

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 03 585 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 05 K 1/18  
H 05 K 3/32  
G 01 P 15/12

21 Aktenzeichen: 199 03 585.7  
22 Anmeldetag: 29. 1. 99  
43 Offenlegungstag: 5. 8. 99

DE 199 03 585 A 1

30 Unionspriorität:  
019086/98 30. 01. 98 JP

71 Anmelder:  
Fuji Electric Co., Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

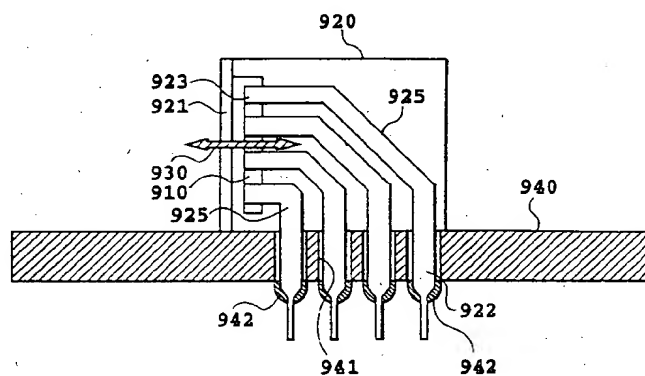
74 Vertreter:  
Blumbach, Kramer & Partner GbR, 81245 München

72 Erfinder:  
Ueyanagi, Katsumichi, Kawasaki, Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Halbleitersensor und Halbleitersensorchip mit Gehäuse

57 Bei dem beschriebenen, zur Aufnahme eines Halbleitersensorchips vorgesehenen Gehäuse ist die Hauptfläche, an der der Halbleiterchip montiert ist, mit einem vorbestimmten Winkel gegenüber der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte geneigt, an der das Gehäuse angebracht ist. Die Hauptfläche ist an ihren beiden gegenüberliegenden Seiten mit einer Mehrzahl von Anschlüssen versehen, über die die Verbindung mit Eingangs/Ausgangsanschlüssen des Halbleitersensorchips hergestellt wird. Die rechtwinklig zu der Hauptfläche verlaufende Bodenfläche ist mit einer Mehrzahl von Stiften ausgestattet, die jeweils an zwei Seiten parallel zu der Hauptfläche ausgebildet sind, wobei die Stifte in Montagelöcher eingeführt sind, die in der gedruckten Leiterplatte ausgebildet sind. Die Mehrzahl von Anschlüssen und die Mehrzahl von Stiften, die entlang paralleler Seiten angeordnet sind, werden elektrisch entlang der beiden Seitenflächen miteinander verbunden, die die Hauptfläche sandwichartig umgeben. Durch diesen Aufbau wird die Montagefläche des Halbleitersensor verringert und zugleich das Auftreten von durch die Verdrahtung bedingten mechanischen Störungen und induktiven Störungen verhindert. Ferner sind die Montagekosten reduziert.



DE 199 03 585 A 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Halbleitersensor, der in unterschiedlichen Einsatzgebieten wie etwa auf dem medizinischen Sektor, bei Kraftfahrzeugen, bei der Messung und der Kalibrierung benutzbar ist. Ferner bezieht sich die vorliegende Erfindung auch auf ein Halbleitersensorgehäuse, das einen Halbleitersensorchip zum Erfassen eines einwirkenden physikalischen Werts enthält. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf einen Halbleitersensor und ein Halbleitersensorgehäuse, die zum Messen einer physikalischen Größe wie etwa einer Beschleunigung dienen, die in einer rechtwinklig zu der Oberfläche des Halbleitersensorchips orientierten Richtung einwirkt.

Fig. 1 zeigt ein Beispiel eines zum Stand der Technik rechnenden Halbleitersensors. Bei diesem herkömmlichen Beispiel ist ein Beschleunigungssensorchip 500 vorgesehen, der zum Erfassen einer Beschleunigung dient, die in einer rechtwinklig zu der Oberfläche des Chips verlaufenden Richtung 700 wirkt, und der auf einer gedruckten Leiterplatte montiert ist, derart, daß die Richtung der Oberfläche des Chips tatsächlich exakt rechtwinklig zu der Richtung 700 der Beschleunigung orientiert ist. Genauer gesagt, ist ein Gehäuse bzw. ein mit Gehäuse versehenes Bauelement 600, das den Beschleunigungssensorchip 500 enthält, mit Hilfe eines zum Halten des Sensors dienenden Stifts 910 an einem hohen Steifigkeit aufweisenden Substrat 900 befestigt. Dieses hohe Steifigkeit besitzende Substrat 900 ist an der gedruckten Leiterplatte angebracht. Gehäuseanschlüsse 610 sind elektrisch mit nicht gezeigten Eingangs-/Ausgangsanschlüssen des Beschleunigungssensorchips verbunden und sind an Anschlüsse 810 der gedruckten Schaltung über eine Verdrahtung bzw. über Leitungen 820 angeschlossen. Ein ähnlicher Aufbau wie der in Fig. 1 gezeigte Halbleiterbeschleunigungssensor ist als Stand der Technik in der japanischen Patentanmeldungs-Offenlegung JP 8-94663 A (1996) beschrieben. Diese JP 8-94663 A entspricht der US-Patentanmeldung mit der Nummer 08/189,948.

Als der Beschleunigungssensorchip 500 kann beispielsweise ein Sensorchip zum Einsatz kommen, wie er in Fig. 2 gezeigt ist. Der Beschleunigungssensorchip 500 weist vier Balken 510, die aus einem integralen Einkristall aus Silizium hergestellt sind, ein Gewicht 520 und einen Stützrahmen 530 auf. Halbleiterbelastungsfühler 540A bis 540D sind jeweils an den vier Balken 510 ausgebildet, und es sind diese Halbleiterbelastungsfühler 540A bis 540D mit einer aus Aluminium bestehenden Verdrahtung 550 so verbunden, daß sie eine Wheatstonesche Brückenschaltung bilden. Die Bezugszeichen 560A und 560C bezeichnen Eingangsanschlüsse, wohingegen mit den Bezugszeichen 560B und 560D Ausgangsanschlüsse bezeichnet sind. Wenn eine Beschleunigung in dem Beschleunigungssensorchip in der Richtung 700 hervorgerufen wird, die rechtwinklig zu der Oberfläche 501 verläuft, ist es möglich, ein Ausgangssignal in Abhängigkeit von dieser Beschleunigung zu erhalten, die in der rechtwinklig zu der Oberfläche des Beschleunigungssensorchips 500 verlaufenden Richtung 700 hervorgerufen wird. Dies liegt daran, daß sich das Gewicht 520 in der Richtung der Beschleunigung verlagert, wobei von den vier Halbleiterbelastungsfühlern 540A bis 540D die Belastungsfühler 540A und 540C, die auf der Seite des Gewichts angeordnet sind, und die Belastungsfühler 540B und 540D, die auf der Seite des Stützrahmens angeordnet sind, jeweils Widerstandsänderungen verursachen, die stets entgegengesetzt zueinander verlaufen. Dies ist die Folge davon, daß die Belastungsfühler 540A und 540C auf sich gegenüberliegenden Seiten der Wheatstoneschen Brückenschaltung angeordnet sind, ebenso wie auch die Belastungsfühler 540B und 540D

auf sich gegenüberliegenden Seiten der Wheatstoneschen Brückenschaltung positioniert sind. Bei dem vorstehend beschriebenen, zum Stand der Technik rechnenden Beschleunigungssensor treten allerdings die nachstehend erläuterten Probleme auf.

(1) Da das Beschleunigungssensorgehäuse 600 an der gedruckten Leiterplatte 800 über das hohe Steifigkeit aufweisende Substrat 900 angebracht ist, ist die für die Montage benötigte Fläche erhöht, und es ist demzufolge die Größe des gesamten Beschleunigungsmeßsystems einschließlich der gedruckten Leiterplatte 800 erhöht.

(2) Mechanische Vibrationen der Verdrahtung 820 werden auf das Sensorgehäuse übertragen, wodurch mechanische Störungen hervorgerufen werden. Da weiterhin die Verdrahtung 829 in einem dreidimensionalen Raum angeordnet ist, tendiert sie dazu, Induktionsstörungen, das heißt induktive Störungen zu verursachen, die von der Außenseite her induziert werden.

(3) Es werden ein Verfahrensschritt zur Befestigung des Gehäuses 600 an dem hohen Steifigkeit aufweisenden Substrat 900, ein Verfahrensschritt zum Herstellen der Verdrahtung von dem Gehäuse 600 zu der gedruckten Leiterplatte 800 und dergleichen benötigt, die jedoch nur schwierig zu automatisieren sind. Dies führt zu erhöhten Montagekosten.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Halbleitersensor und ein Halbleitersensorgehäuse zu schaffen, bei denen die vorstehend erläuterten, dem Stand der Technik anhaftenden Probleme gelöst sind, die Montagefläche verringert ist, die Erzeugung von durch die Verdrahtung hervorgerufenen mechanischen und induzierten Störungen verhindert ist, und die Montagekosten niedrig sind.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Halbleitersensors mit den im Patentanspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Hinsichtlich des Halbleitersensorgehäuses wird diese Aufgabe mit den im Patentanspruch 9 angegebenen Merkmalen gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Halbleitersensor bereitgestellt, der einen Halbleitersensorchip und ein den Halbleitersensorchip enthaltendes Gehäuse umfaßt. Der Halbleitersensorchip dient zum Erfassen einer physikalischen Größe, und insbesondere von deren Wert, die in einer rechtwinklig zu der Oberfläche des Chips verlaufenden Richtung einwirkt. In dem Gehäuse ist eine Hauptfläche für die Montage des Halbleitersensorchips so ausgebildet, daß sie in einem vorbestimmten Winkel zu der Oberfläche einer gedruckten Leiterplatte verläuft, die für die Montage des Gehäuses vorgesehen ist. Die Hauptfläche ist mit einer Mehrzahl von Anschlüssen versehen, die entlang zweier sich gegenüberliegenden Seiten der Hauptfläche angeordnet sind und für die Verbindung mit den Eingangs-/Ausgangsanschlüssen des Halbleitersensorchips vorgesehen sind. Eine Bodenfläche, die rechtwinklig zu der Hauptfläche verläuft, ist mit einer Mehrzahl von Stiften versehen, die jeweils entlang der beiden Seiten parallel zu der Hauptfläche ausgebildet sind. Diese Stifte sind in Montagelöcher eingeführt, die in der gedruckten Leiterplatte ausgebildet sind, wobei die Mehrzahl von Anschlüssen und die Mehrzahl von Stiften elektrisch miteinander verbunden sind. Die Eingangs-/Ausgangsanschlüsse des Halbleitersensorchips, der an der Hauptfläche angebracht ist, sind elektrisch mit der Mehrzahl von Anschlüssen des Gehäuses verbunden.

In diesem Fall ist die für die Montage des Halbleiterchips

vorgesehene Hauptfläche im wesentlichen rechtwinklig zu der Oberfläche der gedruckten, für die Montage des Gehäuses vorgesehenen Leiterplatte ausgebildet. Der Halbleitersensorchip kann ein Halbleiter-Beschleunigungssensorchip sein. Dieser Halbleiterbeschleunigungssensorchip kann als ein Beschleunigungssensorchip ausgebildet sein, der einen Stützrahmenabschnitt und einen Sensoraufbau enthält, der mindestens einen verlagerbaren Gewichtsabschnitt und einen Balkenabschnitt umfaßt, über den der Gewichtsabschnitt mit dem Stützrahmenabschnitt verbunden ist. Der Sensoraufbau ist auf einem dünnen, aus Silizium bestehenden Film ausgebildet, der über eine isolierende Schicht auf einem aus Silizium bestehenden Substrat ausgebildet ist, wobei die isolierende Schicht zwischen dem Sensoraufbau und dem aus Silizium bestehenden Substrat entfernt ist. Der Balkenabschnitt weist eine Mehrzahl von Sätzen von parallel zueinander verlaufenden Balken auf. Der Gewichtsabschnitt ist mit dem Stützrahmenabschnitt über die Mehrzahl von Sätzen aus parallelen Balken verbunden. Mindestens zwei Halbleiterbelastungsfühler sind an der Mehrzahl von Sätzen aus parallelen Balken ausgebildet.

Der Halbleiterbeschleunigungssensorchip kann ferner als ein Beschleunigungssensorchip ausgebildet sein, der einen Stützrahmenabschnitt, einen Sensoraufbau und eine Spule aufweist, die einen Gewichtsabschnitt umgibt und an dem Stützrahmenabschnitt an dem peripheren Bereich des Gewichtsabschnitts ausgebildet ist. Der Sensoraufbau enthält den verlagerbaren Gewichtsabschnitt und einen Balkenabschnitt, der zum Verbinden des Gewichtsabschnitts mit dem Stützrahmenabschnitt dient. Ferner ist der Sensoraufbau auf einem dünnen Film aus Silizium ausgebildet, der unter Zwischenlage einer isolierenden Schicht auf dem aus Silizium bestehenden Substrat gebildet ist. Hierbei ist die isolierende Schicht zwischen dem Sensoraufbau und dem aus Silizium bestehenden Substrat entfernt.

Der Halbleiterbeschleunigungssensor kann aber auch als ein Beschleunigungssensor ausgestaltet sein, der einen Stützrahmenabschnitt und eine Mehrzahl von Sensorstrukturen enthält, die jeweils einen verlagerbaren Gewichtsabschnitt, der einen auf der Oberfläche ausgebildeten magnetischen dünnen Film aufweist, und einen Balkenabschnitt umfassen, der zum Verbinden des Gewichtsabschnitts mit dem Stützrahmenabschnitt dient. Diese Sensorstrukturen sind auf einem dünnen Film aus Silizium ausgebildet, der unter Zwischenlage einer isolierenden Schicht auf dem aus Silizium bestehenden Substrat ausgebildet ist. Hierbei ist die isolierende Schicht zwischen der Mehrzahl von Sensorstrukturen und dem aus Silizium bestehenden Substrat beseitigt. Weiterhin ist jeweils eine Spule vorgesehen, die den Gewichtsabschnitt umgibt und an dem Stützrahmenabschnitt jedes der Gewichtsabschnitte ausgebildet ist. Die Mehrzahl von Spulen ist in Reihe geschaltet.

Der Halbleitersensorchip kann als ein Winkelbeschleunigungssensorchip auf Halbleiterbasis ausgebildet sein, der eine erste Sensorgruppe, die einen ersten Stützrahmenabschnitt umfaßt, und eine Mehrzahl von ersten Sensorstrukturen enthält, die jeweils einen ersten verlagerbaren Gewichtsabschnitt, der einen magnetischen dünnen, auf der Oberfläche ausgebildeten Film umfaßt, und einen ersten Balkenabschnitt enthalten, der zum Verbinden des ersten Gewichtsabschnitts mit dem ersten Stützrahmenabschnitt dient. Die ersten Sensorstrukturen sind hierbei auf einem dünnen, aus Silizium bestehenden Film unter Zwischenlage einer isolierenden Schicht aus dem aus Silizium bestehenden Substrat ausgebildet, wobei die isolierende Schicht zwischen der Mehrzahl der ersten Sensorstrukturen und dem aus Silizium bestehenden Substrat entfernt ist. Weiterhin enthält jede erste Sensorstruktur eine erste Erfassungsspule, die jeden bzw.

den jeweiligen der ersten Gewichtsabschnitte umgibt, und die an dem ersten Stützrahmenabschnitt an der Peripherie jedes der bzw. des jeweiligen ersten Gewichtsabschnitts ausgebildet ist. Die Mehrzahl von ersten Erfassungsspulen ist hierbei in Reihe geschaltet. Ferner ist eine zweite Sensorgruppe vorhanden, die einen zweiten Stützrahmenabschnitt und eine Mehrzahl von zweiten Sensorstrukturen enthält, die jeweils einen zweiten verlagerbaren Gewichtsabschnitt, der einen magnetischen dünnen, auf der Oberfläche ausgebildeten Film aufweist, und einen zweiten Balkenabschnitt zum Verbinden des zweiten Gewichtsabschnitts mit dem zweiten Stützrahmenabschnitt umfassen. Die zweiten Sensorstrukturen sind auf einem dünnen, aus Silizium bestehenden Film ausgebildet, der unter Zwischenlage einer isolierenden Schicht aus dem aus Silizium bestehenden Substrat ausgebildet ist, wobei die isolierende Schicht zwischen der Mehrzahl der zweiten Sensorstrukturen und dem aus Silizium bestehenden Substrat beseitigt ist. Die Mehrzahl von Sensorstrukturen der zweiten Sensorgruppe umfaßt weiterhin jeweils eine zweite Erfassungsspule, die jeden bzw. den jeweiligen zweiten Gewichtsabschnitt umgibt und an dem zweiten Stützrahmenabschnitt an dem Umfang jedes der zweiten Gewichtsabschnitte ausgebildet ist, wobei die Mehrzahl von zweiten Erfassungsspulen in Reihe geschaltet ist. Die erste Sensorgruppe und die zweite Sensorgruppe sind auf dem gleichen Halbleiterchip ausgebildet. Die erste Sensorgruppe und die zweite Sensorgruppe weisen jeweils die gleiche Anzahl von Sensorstrukturen auf. Ferner sind die erste Sensorgruppe und die zweite Sensorgruppe symmetrisch um die als eine Symmetrieachse dienende Erfassungsachse herum angeordnet, wobei die ersten und die zweiten Erfassungsspulen der ersten und zweiten Sensorgruppen eine geschlossene Schleife bilden, derart, daß dann, wenn eine Winkelbeschleunigung um die Erfassungsachse herum auftritt, Ströme, die in der Mehrzahl von ersten und zweiten Erfassungsspulen der ersten und zweiten Sensorgruppen fließen, in der gleichen Richtung verlaufen, wobei eine Einrichtung zum Verstärken von Signalen, die von der Mehrzahl von ersten und zweiten Erfassungsspulen stammen, und eine Einrichtung zum Integrieren von Ausgangssignalen von der Mehrzahl von Erfassungsspulen vorgesehen sind, um hierdurch ein Winkelgeschwindigkeitssignal zu erzeugen.

Das Halbleitersensorgehäuse gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein Gehäuse zum Aufnehmen eines Halbleitersensorchips und zeichnet sich dadurch aus, daß eine Hauptfläche zum Montieren des Halbleiterchips in einem vorbestimmten Winkel mit Bezug zu der Oberfläche einer gedruckten Leiterplatte, auf der das Gehäuse montiert ist, ausgebildet ist, wobei die Hauptfläche mit einer Mehrzahl von Anschlüssen versehen ist, die entlang zweier sich gegenüberliegender Seiten der Hauptfläche angeordnet sind und für die Verbindung mit Eingangs-/Ausgangsanschlüssen des Halbleitersensorchips dienen. Eine rechtwinklig zu der Hauptfläche verlaufende Bodenfläche ist mit einer Mehrzahl von Stiften versehen, die jeweils entlang der beiden parallel zu der Hauptfläche verlaufenden Seiten ausgebildet sind, wobei die Mehrzahl von Stiften in Montagelöcher eingeführt sind, die in der gedruckten Leiterplatte ausgebildet sind. Die Mehrzahl von Anschlüssen und die Mehrzahl von Stiften sind elektrisch entlang der beiden Seitenflächen verbunden, die die Hauptfläche sandwichartig einschließen.

Hierbei kann die für die Montage des Halbleitersensorchips vorgesehene Hauptfläche im wesentlichen rechtwinklig zu der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte, auf der das Gehäuse montiert ist, ausgebildet sein. Die Verdrahtung für die Verbindung der Mehrzahl von Anschlüssen und der Mehrzahl von Stiften ist vorzugsweise in dem Gehäuse ver-

graben bzw. eingebettet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher beschrieben.

**Fig. 1** zeigt eine schematische perspektivische Darstellung eines zum Stand der Technik rechnenden Beispiels eines Halbleitersensors,

**Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung, die ein Beispiel eines zum Stand der Technik rechnenden Beschleunigungssensors veranschaulicht,

**Fig. 3A** zeigt eine schematische Darstellung zur Erläuterung eines in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung stehenden Halbleitersensors, wobei eine Frontansicht des Sensors mit abgenommener Abdeckung dargestellt ist,

**Fig. 3B** zeigt eine schematische Seitenansicht des Halbleitersensors,

**Fig. 3C** zeigt eine Schnittansicht, die entlang einer in **Fig. 3A** gezeigten Linie III-C-III-C geschnitten ist,

**Fig. 3D** zeigt eine Schnittansicht, die entlang einer in **Fig. 3A** gezeigten Linie III-D-III-D geschnitten ist,

**Fig. 4** zeigt eine schematische Schnittansicht zur Erläuterung eines Verfahrens zum Montieren des Halbleitersensors gemäß der vorliegenden Erfindung an einer gedruckten Leiterplatte,

**Fig. 5A** zeigt eine von oben gesehene Draufsicht, in der ein erstes Beispiel eines Beschleunigungssensortyps dargestellt ist, das für den in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung stehenden Halbleitersensor geeignet ist,

**Fig. 5B** zeigt eine Schnittansicht, die entlang einer in **Fig. 5A** gezeigten Linie VB-VB geschnitten ist,

**Fig. 6A** zeigt eine vergrößerte Darstellung eines Erfassungsabschnitts des Halbleitersensorchips, der in **Fig. 5** gezeigt ist,

**Fig. 6B** zeigt eine Schnittansicht, die entlang einer in **Fig. 6A** gezeigten Linie VIB-VIB geschnitten ist,

**Fig. 7** zeigt ein Blockschaltbild einer Beschleunigungserfassungsschaltung in einem ersten Halbleitersensorchip,

**Fig. 8A** zeigt eine von oben gesehene Draufsicht, in der ein zweites Beispiel eines Beschleunigungssensorchips dargestellt ist, der für den in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung stehenden Halbleitersensor geeignet ist,

**Fig. 8B** zeigt eine vergrößerte Darstellung eines Erfassungsabschnitts bei dem Beschleunigungssensorchip,

**Fig. 9** zeigt eine Darstellung, die eine Wheatstonesche Brückenschaltung gemäß einem zweiten Beispiel eines Beschleunigungssensorchips zeigt,

**Fig. 10** zeigt eine schematische Darstellung, die ein weiteres Ausführungsbeispiel des Erfassungsabschnitts bei dem zweiten Ausführungsbeispiel des Sensorchips veranschaulicht,

**Fig. 11A** zeigt eine von oben gesehene Draufsicht, in der ein drittes Ausführungsbeispiel eines Beschleunigungssensorchips dargestellt ist, der für den in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung stehenden Halbleitersensor geeignet ist,

**Fig. 11B** zeigt eine Schnittansicht, die entlang der in **Fig. 11A** gezeigten Linie XIB-XIB geschnitten ist,

**Fig. 11C** zeigt eine vergrößerte Darstellung, in der ein Teil der **Fig. 11B** dargestellt ist,

**Fig. 12** zeigt eine vergrößerte Darstellung eines Erfassungsabschnitts bei dem Beschleunigungssensorchip, der in **Fig. 11** dargestellt ist,

**Fig. 13A** zeigt eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Prinzips eines Detektionsvorgangs bei dem dritten Ausführungsbeispiel des Beschleunigungssensorchips,

**Fig. 13B** zeigt eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Prinzips eines Detektionsvorgangs bei dem dritten Ausführungsbeispiel des Beschleunigungssensorchips,

**Fig. 14** zeigt eine schematische Darstellung, in der ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Erfassungsabschnitts bei dem dritten Ausführungsbeispiel des Beschleunigungssensorchips dargestellt ist,

**Fig. 15A** zeigt eine von oben gesehene schematische Darstellung, in der ein viertes Ausführungsbeispiel eines Beschleunigungssensorchips dargestellt ist, das für den in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung stehenden Halbleitersensor geeignet ist,

**Fig. 15B** zeigt eine von oben gesehene schematische Ansicht, in der eine weitere Ausgestaltung des vierten Ausführungsbeispiels des Beschleunigungssensorchips veranschaulicht ist,

**Fig. 15C** zeigt eine von oben gesehene schematische Draufsicht, in der eine andere abgeänderte Ausführungsform des vierten Ausführungsbeispiels des Beschleunigungssensorchips dargestellt ist,

**Fig. 16** zeigt eine schematische Ansicht, in der ein Ausführungsbeispiel des Schaltungsaufbaus bei dem vierten Ausführungsbeispiel des Beschleunigungssensorchips dargestellt ist,

**Fig. 17** zeigt eine schematische Darstellung, in der ein weiteres Ausführungsbeispiel des Schaltungsaufbaus bei dem vierten Ausführungsbeispiel des Beschleunigungssensorchips dargestellt ist,

**Fig. 18** zeigt eine schematische Darstellung, in der ein Winkelbeschleunigungssensorchip veranschaulicht ist, der ein fünftes Ausführungsbeispiel eines Sensorchips bildet, der für den in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung stehenden Halbleitersensor geeignet ist,

**Fig. 19** zeigt eine schematische Darstellung, die ein Beispiel des Schaltungsaufbaus bei dem fünften Ausführungsbeispiel des Winkelbeschleunigungssensors veranschaulicht, und

**Fig. 20** zeigt eine schematische Darstellung zur Erläuterung einer weiteren Ausführungsform eines in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung stehenden Halbleitersensors.

In **Fig. 3** ist ein Ausführungsbeispiel des Halbleitersensors gemäß der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. In **Fig. 3A** ist eine von vorne gesehene Ansicht dargestellt, während in **Fig. 3B** eine Seitenansicht gezeigt ist. **Fig. 3C** zeigt eine Schnittansicht, die entlang einer in **Fig. 3A** dargestellten Linie III-C-III-C geschnitten ist. In **Fig. 3D** ist eine Schnittansicht gezeigt, die entlang der in **Fig. 3A** gezeigten Linie III-D-III-D geschnitten ist. **Fig. 3A** zeigt einen Zustand, bei dem eine in **Fig. 3C** dargestellte Abdeckung 921 weggenommen ist.

Beispielsweise weist ein Gehäuse 920, das aus einem Epoxidharz hergestellt ist, eine sensorfixierende Oberfläche 920A, die zum Befestigen eines Halbleitersensorchips 910 dient, eine Abdeckung 921 und eine Mehrzahl von Stiften 922 auf, die parallel entlang zweier Seitenflächen, die die sensorfixierende Oberfläche 920A sandwichartig umgeben, angeordnet sind und von einer Bodenfläche des Gehäuses vorstehen, wobei ein Teil derselben in einem Hauptkörper des Gehäuses 920 vergraben bzw. eingebettet ist. Die zur Fixierung des Sensors dienende Oberfläche 920A ist mit einer Mehrzahl von Drahtanschlußflächen 923 versehen, die zum Zuführen von Strom zu dem Beschleunigungssensorchip und zum Herausführen eines Erfassungssignals nach außen dienen. Jede der Drahtanschlußflächen 923 ist jeweils mit einem der Stifte 922 über eine Verdrahtung 925 verbunden. In der Praxis können die jeweiligen Drahtanschlußflächen 923 und die jeweiligen Verdrahtungen 925 aus einer integralen bzw. einstückigen dünnen Platte aus Metall hergestellt werden. Dies bedeutet dann, daß die dünne Platte aus Metall in die gewünschte Form gestanzt wird, einem Biegevorgang

für die Verbindung (Bonden) mit der zur Fixierung des Sensors dienenden Oberfläche **920A** und der Seitenfläche des Gehäuses unterzogen wird, und mit dem zugehörigen Stift **922** durch Löten verbunden wird. Weiterhin ist oder wird die äußere periphere Oberfläche des Gehäuses mit einem Epoxidharz oder dergleichen beschichtet, um hierdurch den Verdrahtungsabschnitt in dem Gehäuse zu vergraben, was im Hinblick auf den Schutz der Verdrahtung bevorzugt ist. Der Halbleitersensorchip ist an der zur Fixierung des Sensors vorgesehenen Oberfläche **920A** des in dieser Weise hergestellten Gehäuses mit einem Klebmittel oder dergleichen fest verbunden. Der Halbleitersensorchip **910** ist ein Sensorchip, der zum Erfassen eines physikalischen Werts bzw. einer physikalischen Größe, beispielsweise einer Beschleunigung dient, die in einer rechtwinklig zu seiner Oberfläche verlaufenden Richtung **930** einwirkt. Die Drahtanschlußflächen **923** sind jeweils elektrisch mit einem nicht gezeigten Eingangs-/Ausgangsanschluß des Halbleitersensorchips **910** verbunden. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eine Verbindung gezeigt, bei der ein Drahtbonden unter Einsatz eines Drahts **924** für die Verbindung zum Einsatz kommt. Schließlich wird die Abdeckung **921** an dem Hauptkörper des Gehäuses angebracht. Damit ist ein Halbleitersensor hergestellt. Dieser Aufbau ist hinsichtlich der Gehäusestruktur ähnlich wie diejenige, die als DIP-Gehäuse ("dual in-line package") bekannt ist. Hierbei ist jeder aus der Mehrzahl von Stiften **922** zuverlässig in der dargestellten Weise unabhängig von den anderen Stiften in dem Gehäuse aufgebaut, so daß die jeweiligen Stifte nicht in störende Wechselwirkung miteinander treten. Da ferner die Verdrahtung **925** in dem Gehäuse vergraben eingebettet ist, unterliegt sie niemals vibrierenden Effekten. Da ferner das Gehäuse **920** durch die Abdeckung **921** abgedichtet versiegelt ist, ist der Halbleitersensorchip **910** unter keinen Umständen den externen Umgebungsbedingungen ausgesetzt.

Wie vorstehend beschrieben, ist der Halbleitersensor, der als Baueinheit mit einem Halbleitersensorchip zusammengefaßt ist, an einer gedruckten Leiterplatte angebracht, wie dies auch bei normalen IC-Teilen der Fall ist. Fig. 4 veranschaulicht den Zustand der Montage, wobei ein Querschnitt gezeigt ist, der der Fig. 3D entspricht. Die Stifte **922** des Gehäuses **920** sind in zur Montage dienende Durchgangslöcher **941** einer gedruckten Leiterplatte **940** eingeführt und sind an der unteren Fläche der gedruckten Leiterplatte mit einem Lötmedium **942** oder ähnlichem durch Bonden verbunden. Mit diesem Verfahren kann der Halbleitersensor an der gedruckten Leiterplatte mit genau dem gleichen Verfahren wie bei der Montage eines DIP-Gehäuses angebracht werden. Der Eingangsanschluß des Halbleitersensorchips ist an eine Spannungsversorgung über eine nicht gezeigte Verdrahtung angeschlossen, die mit den zur Montage dienenden Durchgangslöchern **941** der gedruckten Leiterplatte **940** verbunden ist. Ein Signal, das dem physikalischen Wert bzw. dem Wert der physikalischen Größe entspricht, der von dem Halbleitersensor erfaßt wird, kann nach außen abgegeben werden. Wenn der physikalische Wert erfaßt wird, ist die gedruckte Leiterplatte so angeordnet, daß die Oberfläche des Sensorchips des Halbleitersensors, der an der gedruckten Leiterplatte montiert ist, korrekt der Richtung des physikalischen Werts bzw. Parameters gegenüberliegt, der erfaßt werden soll.

Wenn der Halbleitersensor unter Verwendung des vorstehend beschriebenen Gehäuses montiert wird, kann die auf der gedruckten Leiterplatte benötigte Montagefläche erheblich verringert werden, und es kann der Halbleitersensor zuverlässig so fixiert werden, daß sich der Halbleitersensorchip in einer Linie bzw. ausgerichtet mit der Richtung des zu detektierenden physikalischen Werts oder Parameters befin-

det, das heißt es ist diejenige Richtung, die rechtwinklig zu der Oberfläche des Halbleitersensorchips verläuft, parallel zu der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte orientiert, wobei der Sensorchip auch mit der Anordnungsrichtung der Mehrzahl von zur Montage dienenden Durchgangslöchern ausgerichtet ist.

Der Halbleitersensorchip **10** der in dem Gehäuse **20** abgedichtet untergebracht ist, ist beispielsweise in einem integralen bzw. einstückigen, aus Silizium bestehenden Substrat aufgebaut, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist. Der Halbleitersensorchip **910** kann ein Beschleunigungssensorchip sein, der zum Erfassen einer Beschleunigung dient, die in einer rechtwinklig zu der Oberfläche des Sensorchips verlaufenden Richtung **700** auftritt, oder kann auch ein Beschleunigungssensorchip sein, wie er in der japanischen offengelegten Patentanmeldung JP 5-273229 A (1993) und der zur gleichen Patentfamilie gehörenden US-PS 5 490 421 beschrieben ist. Ausführungsbeispiele in Form eines Beschleunigungssensorchips und eines Winkelbeschleunigungssensorchips, bei denen der Halbleitersensor gemäß der vorliegenden Erfindung am vorteilhaftesten zum Einsatz kommen kann, werden nachfolgend näher beschrieben. Ein erstes Ausführungsbeispiel eines Beschleunigungssensorchips, der als ein in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung stehender Halbleitersensor geeignet ist, ist in den Fig. 5A und 5B, sowie in den Fig. 6A und 6B gezeigt. Fig. 5A zeigt eine von oben gesehene Draufsicht auf einen Beschleunigungssensorchip, während in Fig. 5B eine Schnittansicht dargestellt ist, die entlang der in Fig. 5A gezeigten Linie VB-VB geschnitten ist. Fig. 6A zeigt eine vergrößerte, von oben gesehene Darstellung eines Erfassungsabschnitts, wohingegen in Fig. 6B eine Schnittansicht gezeigt ist, die entlang einer in Fig. 6A dargestellten Linie VIB-VIB geschnitten ist.

Wie in Fig. 5A und 5B gezeigt ist, ist eine aus SiO<sub>2</sub> bestehende Schicht **102**, die als eine teilweise zu opfernde bzw. wieder zu entfernende Schicht für die elektrische Isolierung dient, zwischen einem aus Silizium bestehenden Substrat **100** und einem dünnen, aus Silizium bestehenden Film **101** ausgebildet, wodurch ein Chip gebildet ist. Auf dem dünnen, aus Silizium bestehenden Film **101** des Chips sind ein Erfassungsabschnitt **103**, der in dem Zentrum des Chips angeordnet ist, eine digitale Einstellschaltung **104**, eine analoge Verstärkerschaltung **105**, Eingangs-/Ausgangsanschlüsse **106** und digitale Einstellanschlüsse (Justieranschlüsse) **107** ausgebildet. Die analoge Verstärkerschaltung **105** dient zum Verstärken eines von dem Erfassungsabschnitt **103** stammenden Ausgangssignals. Die digitale Einstellschaltung **104** bildet eine Schaltung zum Ausführen einer Kompensation der Empfindlichkeit und einer Temperaturkompensation des Sensors und dergleichen und ist beispielsweise durch ein ROM (Festwertspeicher) gebildet. Die digitalen Justieranschlüsse **107** dienen als Anschlüsse zum Einspeisen von für die Justierung dienenden Daten in die digitale Einstellschaltung **104**.

Wie in Fig. 6A gezeigt ist, weist der Erfassungsabschnitt **103** einen Gewichtsabschnitt **110** und vorstehende Teile (Balkenabschnitte) **111a1**, **111a2**, **111b1** und **111b2** an den vier Ecken des Gewichtsabschnitts **110** auf. Der Gewichtsabschnitt **110** ist mit einem umgebenden Stützrahmenabschnitt **112** über die vorstehenden Teile (Balkenabschnitte) **111a1**, **111a2**, **111b1** und **111b2** an den vier Ecken integral bzw. einstückig verbunden. Bei diesem Aufbau wird der Gewichtsabschnitt **110** durch zwei Sätze von parallelen Balkenabschnitten an seinen beiden Seiten abgestützt, das heißt, genauer gesagt, an dem Stützrahmenabschnitt **112** über einen ersten Balkenabschnitt, der die vorstehenden Teile **111a1** und **111a2** enthält, und einen zweiten Balkenabschnitt, der die vorstehenden Teile **111b1** und

111b2 enthält. Das Bezugszeichen 108 bezeichnet Durchgangslöcher, die durch den dünnen, aus Silizium bestehenden Film 101 hindurch geführt sind. Unter Ausnutzung dieser Durchgangslöcher 108 ist der Anteil der aus  $\text{SiO}_2$  bestehenden Schicht 102 unterhalb des Gewichtsabschnitts 110 und der Balkenabschnitte 111a1, 111a2, 111b1 und 111b2 durch Naßätzen entfernt (siehe die Fig. 5B und Fig. 6B). Als Ergebnis dessen sind der Gewichtsabschnitt 110 und der erste und der zweite Balkenabschnitt in einer Richtung verlagerbar, die rechtwinklig zu ihrer Oberfläche verläuft. Der Gewichtsabschnitt 110 und die Balkenabschnitte 111a1, 111a2, 111b1 und 111b2 weisen gleich große Dicke auf, die beispielsweise 5  $\mu\text{m}$  beträgt. Die Abmessungen des Gewichtsabschnitts 110 sind beispielsweise 850  $\mu\text{m} \times 600 \mu\text{m}$ , und die Breite der Balkenabschnitte beispielsweise 30  $\mu\text{m}$  beträgt. An den jeweiligen Seiten des Stützrahmens und an den Seiten des Gewichtsabschnitts an den beiden Enden der Balkenabschnitte 111a1, 111a2, 111b1 und 111b2 sind insgesamt acht Halbleiterbelastungsfühler 113a, 113b, 113c, 113d, 113e, 113f, 113g und 113h vorgesehen, die durch Diffusion, das heißt Eindiffundieren eines Dotiermaterials ausgebildet sind. Mit dem Bezugszeichen 114 ist eine Verdrahtung für die Verbindung dieser Belastungsmeßfühler bezeichnet, wobei eine Wheatstonesche Brückenschaltung durch die acht Belastungsmeßfühler gebildet ist. Die Wheatstonesche Brücken ist an eine Konstantspannungsversorgung  $V_{cc}$  und an Massepotential GND angeschlossen. Die Ausgänge bzw. Ausgangssignale  $V+$  und  $V-$  der Wheatstoneschen Brückenschaltung sind zu der Verstärkerschaltung 105 geführt.

In Fig. 7 ist ein Blockschaltbild einer Beschleunigungserfassungsschaltung gezeigt. Die Ausgangssignale  $V+$  und  $V-$  der Wheatstoneschen Brückenschaltung, die durch die acht Halbleiterbelastungsfühler 113a, 113b, 113c, 113d, 113e, 113f, 113g und 113h gebildet ist, werden in die Verstärkerschaltung 105 eingespeist und in dieser verstärkt. Wenn eine Beschleunigung in der Richtung eines in Fig. 6B gezeigten Pfeils ausgeübt wird, wird auf die Belastungsmeßfühler 113b, 113c, 113f und 113g auf der Seite des Gewichtsabschnitts eine Druckbeanspruchung ausgeübt, wodurch ihr Widerstandswert verringert wird. Demgegenüber wird auf die auf der Seite des Stützrahmenabschnitts befindlichen Belastungsmeßfühler 113a, 113d, 113e und 113h eine Zugbeanspruchung ausgeübt, wodurch ihr Widerstandswert vergrößert wird. Als Ergebnis dessen wird von der Wheatstoneschen Brückenschaltung ein Sensorausgangssignal erhalten, das von der Größe der Beschleunigung abhängig ist und das durch die Verstärkerschaltung 105 verstärkt wird. Weiterhin werden von der digitalen Einstellschaltung 104 an die Verstärkerschaltung 105 Daten  $V_g$  für die Kompensation der Empfindlichkeit Daten TCS und eine Offsetspannung  $V_{off}$  (Sensorausgangssignal, wenn keine Beschleunigung ausgeübt wird) zum Kompensieren der Temperatureigenschaften der Empfindlichkeit, und Daten  $\Delta V_{off}$  zum Kompensieren einer Abweichung der Offsetspannung angelegt. Das Ausgangssignal der Verstärkerschaltung 105 wird als ein Ausgangssignal  $V_{out}$  über ein Hochpaßfilter 116 und ein Tiefpaßfilter 117 erhalten. Folglich kann ein Erfassungsergebnis, das je nach Notwendigkeit kompensiert ist, als die Ausgangsspannung  $V_{out}$  der Brückenschaltung herausgegriffen werden. Das Hochpaßfilter 116 und das Tiefpaßfilter 117 können externe Schaltungen sein, oder es können Einstellabschnitte für Frequenzantwortbereiche dieser Filter in der digitalen Einstellschaltung 104 vorgesehen sein.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Gewichtsabschnitt 110 beweglich an dem Stützrahmenabschnitt 112 durch die beiden parallelen Balkenabschnitte 111a und 111b abgestützt, die auf den beiden Seiten ausge-

bildet sind. Hierdurch wird ein Meßfehler verhindert, der auf eine torsionsmäßige Deformation der Balkenabschnitte zurückzuführen ist. Da ferner bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zwei Belastungsmeßfühler jeweils an einer Seite bzw. in einem Zweig der Brücke angeordnet sind, kann die Empfindlichkeit des Sensors verbessert sein. Da ferner bei der vorliegenden Erfindung die Wheatstonesche Brückenschaltung durch Halbleitermeßfühler gebildet ist, ist selbst dann, wenn Fremdmaterialien mit einer Größe, die die Bewegung des Gewichtsabschnitts nicht stört, zwischen den Erfassungsabschnitt 103 und das aus Silizium bestehende Substrat 100 eindringt, der Einfluß auf die Eigenschaften des Sensors klein, was einen Unterschied gegenüber dem Fall eines kapazitiven Typs darstellt.

Der Beschleunigungssensor ist bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel mit einer Funktion versehen, durch die bestätigt bzw. ermittelt wird, ob das Verhalten des Sensors normal ist oder nicht. Dies bedeutet, daß eine Eigenüberprüfungsfunktion, das heißt eine Selbsttestfunktion, vorgesehen ist. Dies wird in der folgenden Weise ausgeführt. Für das aus Silizium bestehende Substrat 100 wird Silizium benutzt, das einen kleinen spezifischen Widerstand aufweist. Eine Elektrode 115, die an der Rückseite des Substrats 100 vorgesehen ist, wird extern mit einer Spannung  $V_{self}$  beaufschlagt, um hierdurch eine Potentialdifferenz zwischen dem aus Silizium bestehenden Substrat 100 und dem dünnen, aus Silizium bestehenden Film 101 zu erzeugen. Der Sensor 103 wird durch die elektrostatische Kraft ausgelenkt, wobei das zu diesem Zeitpunkt von der Brückenschaltung erhaltene Ausgangssignal detektiert wird. Der Spalt zwischen dem aus Silizium bestehende Substrat 100 und dem dünnen Film 101 aus Silizium wird durch die Dicke der zwischen ihnen befindlichen aus  $\text{SiO}_2$  bestehenden Schicht bestimmt. Anders ausgedrückt, kann die Größe des Spalts leicht dadurch gesteuert werden, daß die Dicke der aus  $\text{SiO}_2$  bestehenden Schicht während der Herstellung eines SOI-Wafers (Silizium aus Isolator) gesteuert wird. Da die Größe der elektrostatischen Kraft, die durch die angelegte Spannung hervorgerufen wird, leicht und präzise berechnet werden kann, ist eine Eigendiagnose (Selbsttest) dadurch möglich, daß die Beziehung zwischen der Größe einer Wechselspannung oder einer Gleichspannung, die an die Elektrode 115 angelegt wird, und dem Ausgangssignal des Sensors überprüft wird. Da die Abmessungen des beweglichen Abschnitts, der den Gewichtsabschnitt und die Balkenabschnitte umfaßt, naturgemäß zum Zeitpunkt des Entwurfs (Designs) festgelegt werden, kann ein Spannungsbereich für die Erzeugung einer Verlagerung, bei der sich kein Kontakt mit dem aus Silizium bestehenden Substrat einstellt, in einfacher Weise festgelegt werden.

Ein zweites Ausführungsbeispiel eines Beschleunigungssensorchips, das als der Halbleitersensor gemäß der vorliegenden Erfindung geeignet ist, ist in den Fig. 8A und 8B gezeigt.

Fig. 8A zeigt eine von oben gesehene Draufsicht, wohingegen in Fig. 8B eine vergrößerte Darstellung des Erfassungsabschnitts gezeigt ist.

Der Chip ist so aufgebaut, daß eine aus  $\text{SiO}_2$  bestehende Schicht, die zur elektrischen Isolierung und als eine zu opfernde Schicht dient, zwischen dem aus Silizium bestehenden Substrat 100 und dem aus Silizium bestehenden dünnen Film 101 ausgebildet ist. Auf dem dünnen Film 101 des Chips sind ein Erfassungsabschnitt 200, der in der Mitte des Chips angeordnet ist, eine digitale Einstellschaltung bzw. Justierschaltung 104, eine analoge Verstärkerschaltung 105, Eingangs-/Ausgangsanschlüsse 106 und digitale Einstellanschlüsse bzw. Justieranschlüsse 107 ausgebildet. Das vorliegende Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem in

den Fig. 5 bis 7 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel im Hinblick auf die Gestaltung des Erfassungsabschnitts und auf das Layout der Halbleiterbelastungsfühler in Verbindung mit der Struktur des Erfassungsabschnitts. Da die anderen Teile die gleichen sind wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel, wird deren detaillierte Beschreibung hier weggelassen.

Der Erfassungsabschnitt 200 weist zwei Gewichtabschnitte 201a und 201b sowie sechs Verbindungsabschnitte 211a1, 211a2, 211a3, 211b1, 211b2 und 211b3 auf, die für die Verbindung der beiden Gewichtabschnitte mit einem Stützrahmenabschnitt 212 und für die jeweils gegenseitige Verbindung der beiden Gewichtabschnitte dienen. Die beiden Gewichtabschnitte 201a und 201b sowie deren Peripherie ist mit den Durchgangslöchern 108 versehen, wie dies auch bei dem ersten Ausführungsbeispiel bei dem Gewichtabschnitt der Fall ist, und es ist die aus  $\text{SiO}_2$  bestehende Schicht unterhalb der beiden Gewichtabschnitte 201a und 201b sowie der sechs Verbindungsabschnitte durch Ätzen entfernt. Die beiden Gewichtabschnitte sind daher mit den peripheren Stützrahmenabschnitten 212 über die Verbindungsabschnitte 211a1, 211a3, 211b1 und 211b3 integriert ausgebildet bzw. einstückig verbunden, so daß sie in einer Richtung verlagerbar sind, die rechtwinklig zu der Oberfläche des Papiers bzw. der Zeichnungsebene verläuft. Bei diesem Aufbau sind die beiden Gewichtabschnitte 201a und 201b an dem Stützrahmenabschnitt 212 durch zwei Sätze paralleler Balkenabschnitte abgestützt, nämlich durch einen ersten Balkenabschnitt, der die Verbindungsabschnitte 211a1, 211a2 und 211a3 umfaßt, und einen zweiten Balkenabschnitt, der die Verbindungsabschnitte 211b1, 211b2 und 211b3 enthält. Halbleiterbelastungsmessfühler 213a, 213b, 213c und 213d sind durch Eindiffundieren von Dotiermaterial in die Verbindungsabschnitte 211a1 und 211a3 des ersten Balkenabschnitts sowie in die Verbindungsabschnitte 211b2 und 211b3 des zweiten Balkenabschnitts ausgebildet. Zur Vergrößerung der Empfindlichkeit ist die Dicke des Balkenabschnitts vorzugsweise kleiner ausgelegt als die Dicke des Gewichtabschnitts (Dicke des dünnen, aus Silizium bestehende Films). Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist der Balkenabschnitt eine Dicke von 2 µm auf, wohingegen der Gewichtabschnitt eine Dicke von 5 µm besitzt. Zur Verringerung der Dicke des Balkenabschnitts wird eine Musterätzung bzw. eine Ätzung mit Musterbildung ausgeführt, um hierdurch die Dicke des Balkenabschnitts zu verringern, bevor die Halbleitermessfühler, die Schaltungsbauelemente und dergleichen erzeugt werden.

Fig. 9 zeigt die bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel vorhandene Wheatstonesche Brückenschaltung. Wenn eine Beschleunigung in einer Richtung, die auf das aus Silizium bestehende Substrat gerichtet ist, in Richtung der Dicke des Gewichtabschnitts gemäß den Fig. 8A und 8B ausgeübt wird, wird in den Balkenabschnitten in demjenigen Teil, in dem die Halbleiterbelastungsfühler 213b und 213c ausgebildet sind, eine Druckbeanspruchung hervorgerufen, wohingegen in demjenigen Teil, in dem die Halbleiterfühler 213a und 213d ausgebildet sind, eine Zugbeanspruchung hervorgerufen wird. Daher verringert sich der Widerstand der Halbleiterbelastungsfühler 213b und 213c, wohingegen sich der Wert des Widerstands der Halbleiterbelastungsfühler 213a und 213d erhöht. Aufgrund dieser Vorgänge wird von der Wheatstoneschen Brückenschaltung eine Spannungsänderung abgegeben, die von der Änderung der Beschleunigung abhängt.

Fig. 10 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Erfassungsabschnitts, der zwei Gewichtabschnitte umfaßt. Im Unterschied zu dem Erfassungsabschnitt, der in Fig. 9 ge-

zeigt ist, sind die Gewichtabschnitte 201a und 201b mit dem Stützrahmenabschnitt durch drei Sätze paralleler Balkenabschnitte 211c1 und 211c2, 211d1 und 211d2 bzw. 211e1 und 211e2 verbunden. Die Gewichtabschnitt 201a und 201b sind wie bei dem in Fig. 9 dargestellten Beispiel durch zwei parallele Balkenabschnitte 211a und 211b miteinander verbunden. Die Balkenabschnitte 211d1, 211a, 211b und 211d2 sind mit den Halbleiterbelastungsfühlern 213a, 213b, 213c und 213d versehen, wodurch eine Wheatstonesche Brückenschaltung gebildet ist. Da eine Belastung in der Oberfläche des Balkenabschnitts aufgrund einer Beschleunigung hervorgerufen wird, wird zur Erhöhung der Stabilität der Verdrahtung keine normale, aus Aluminium bestehende Verdrahtungsstruktur (eine Verdrahtung bzw. Leitung aus Aluminium wird auf dem Silizium unter Zwischenlage einer isolierenden Schicht vorgesehen) als die Leitungsverbindung zum Verbinden der jeweiligen Belastungsfühler benutzt, sondern es kann eine durch Diffusion hergestellte Leitungsverbindung benutzt werden. In diesem Fall ist die Diffusionsverdrahtung bzw. Diffusionsleitungsverbindung ein Blattwiderstand bzw. ein blattförmiger Widerstand, wobei der Wert dieses Widerstands durch die Länge und Breite bestimmt wird. Bei dem in Fig. 8B dargestellten Beispiel sind in demjenigen Abschnitt, in dem ein oder mehrere Belastungsmessfühler durch einen Balkenabschnitt gebildet sind, der den Gewichtabschnitt und den Stützrahmenabschnitt miteinander verbindet, zwei Teile der Verdrahtung bzw. Leitung an einem einzigen Balkenabschnitt notwendig, so daß daher die Breite der Leitung gering wird, sich der Widerstandswert des blattförmigen Widerstands erhöht, und die Empfindlichkeit in diesem Ausmaß verringert ist. Auf der anderen Seite ist jedoch bei dem in Fig. 10 gezeigten Ausführungsbeispiel ein einziges Verdrahtungs- bzw. Leitungsteil für jeden Balken ausreichend, so daß daher die Breite der Leitung erhöht werden kann und eine geringen Widerstandswert besitzende Verdrahtung benutzt werden kann, wodurch sich die Verschlechterung der Empfindlichkeit verringert.

Da bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eine solche Wheatstonesche Brückenschaltung vorgesehen ist, kann jede beliebige Kombination zum Einsatz kommen, durch die die gleichen Änderungen der Belastungsfühler hervorgerufen werden. Die vorliegende Erfindung ist daher nicht auf das Layout und die Kombination der Belastungsfühler beschränkt, die in Fig. 8 und in Fig. 10 gezeigt sind.

Ein drittes Ausführungsbeispiel eines Beschleunigungssensors, der als der Halbleitersensor gemäß der vorliegenden Erfindung geeignet ist, ist in den Fig. 11A, 11B und 11C gezeigt. Fig. 11A zeigt eine von oben gesehene Ansicht, während in Fig. 11B eine Schnittansicht gezeigt ist, die entlang der in Fig. 11A dargestellten Linie XIB-XIB geschnitten ist. In Fig. 11C ist eine vergrößerte Darstellung des in Fig. 11B gezeigten Sensorabschnitts dargestellt.

Wie auch bei dem ersten Ausführungsbeispiel ist zwischen dem aus Silizium bestehenden Substrat 100 und dem aus Silizium bestehenden dünnen Film 101 eine aus  $\text{SiO}_2$  bestehende Schicht 102 vorgesehen, die zur elektrischen Isolierung und als eine zu opfernde Schicht dient. Hierdurch ist ein Chip gebildet. Auf dem aus Silizium bestehenden dünnen Film 101 sind ein Erfassungsabschnitt 300, eine digitale Einstell- bzw. Justierschaltung 104, eine analoge Verstärkerschaltung 105, Eingangs-/Ausgangsanschlüsse 106 und digitale Einstell- bzw. Justieranschlüsse 107 ausgebildet. Die aus  $\text{SiO}_2$  bestehende Schicht 102 unterhalb des Erfassungsabschnitts 103, der in der Mitte des Chips angeordnet ist, wird wie bei den Ausführungsbeispielen 1 und 2 durch Ätzen beseitigt. Wie im weiteren Text noch erläutert wird, kann der Sensorabschnitt zu Zwecken eines Eigentests

dadurch verlagert werden, daß eine Spannung zwischen dem aus Silizium bestehenden Substrat 100 und dem Erfassungsabschnitt 300 angelegt wird.

Eine vergrößerte, von oben gesehene Ansicht des Erfassungsabschnitts ist in Fig. 12 dargestellt. Der Erfassungsabschnitt 300 weist einen Gewichtsabschnitt 302, in dem ein magnetischer dünner Film 301 des Typs NbFeB oder des Typs SmCo oder dergleichen als ein dünner Filmmagnet vorgesehen ist, der an der Oberfläche des dünnen, aus Silizium bestehenden Films 101 unter Verwendung einer Methode zur Dünnschichtbildung wie etwa eines mit Vakuumabscheidung arbeitenden Verfahrens oder eines Sputterverfahrens oder dergleichen ausgebildet ist, und einen elastischen Balkenabschnitt 303 auf, der zum Verbinden des Gewichtsabschnitts 302 und des Stützrahmenabschnitts 112 dient. Da das  $\text{SiO}_2$  Material unterhalb des Erfassungsabschnitts 300 gemäß den vorstehenden Erläuterungen beseitigt ist, und da auch der dünne, aus Silizium bestehende Film an der Peripherie des Erfassungsabschnitts entfernt ist oder wird, ist oder wird ein Durchgangsloch zum Ätzen der zu opfernden Schicht gebildet. Der Gewichtsabschnitt 302, der den dünnen magnetischen Film 301 an der Oberfläche aufweist, ist mit dem Stützrahmenabschnitt über den elastischen Balken 303 integriert ausgebildet bzw. einstückig verbunden. Wenn eine Beschleunigung, die rechtwinklig zu der Papier- bzw. Zeichnungsoberfläche auf den Gewichtsabschnitt 302 ausgeübt wird, wird der elastische Balken 303 ausgelenkt und es kann der Gewichtsabschnitt 302 verlagert werden. An dem Stützrahmenabschnitt an der Peripherie, das heißt im Umfangsbereich des Durchgangslochs 108 ist eine Erfassungsspule 304, die den Gewichtsabschnitt umgibt, unter Verwendung einer Dünnschichtmethode ausgebildet.

In den Fig. 13A und 13B sind schematische Darstellungen zur Erläuterung des Arbeitsprinzips des vorliegenden Ausführungsbeispiels gezeigt. Wie aus Fig. 13A ersichtlich ist, fließt dann, wenn eine Beschleunigung G auf den Sensor ausgeübt wird und sich demzufolge der Gewichtsabschnitt 302 und damit auch der dünne magnetische Film 301 nach oben verlagern, gemäß der Lenzschen Regel ein Strom I in der Erfassungsspule 304 in Abhängigkeit von einer Änderung der Beschleunigung des dünnen magnetischen Films 301. Wenn andererseits jedoch der dünne magnetische Film 301 nach unten verlagert wird, wie dies in Fig. 13B gezeigt ist, fließt in der Erfassungsspule 304 ein Strom I, dessen Richtung entgegengesetzt ist zu der Richtung des in Fig. 13A fließenden Stroms. Der in dieser Weise erzeugte Induktionsstrom I kann in eine Integrierschaltung oder ähnliches eingespeist werden, um die Beschleunigung zu erfassen, oder kann in eine zweistufige Integrierschaltung zur Erfassung der Geschwindigkeit eingespeist werden, oder kann auch in eine drei Stufen enthaltende Integrierschaltung gespeist werden, um hierdurch die Verlagerung zu ermitteln.

Fig. 14 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des Erfassungsabschnitts. Der Gewichtsabschnitt 302 trägt den dünnen magnetischen Film 301, der an der Oberfläche ausgebildet ist, und wird durch eine Mehrzahl von elastischen Balken 303a und 303b gehalten. In diesem Fall erfolgt die Verlagerung des Gewichtsabschnitts 302 und folglich diejenige des dünnen magnetischen Films 301 in einer Richtung, die rechtwinklig zu der Oberfläche des Papiers ist.

In den Fig. 15A, 15B und 15C ist ein viertes Ausführungsbeispiel eines Beschleunigungssensorchips gezeigt, der als der Halbleitersensor gemäß der vorliegenden Erfindung geeignet ist. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die bei dem vorstehend erläuterten dritten Ausführungsbeispiel vorgesehenen Erfassungsabschnitte in Reihe geschaltet. Wenn ein Signal eines einzelnen Erfassungsab-

schnitts verstärkt wird, und zwar im Fall eines Sensors mittels eines üblichen Halbleiterbelastungsfühlers, eines kapazitiven Sensors oder dergleichen, wird dieses Signal im allgemeinen durch eine Verstärkerschaltung verstärkt. Im Fall des vorliegenden Ausführungsbeispiels des Beschleunigungssensors ist es jedoch aufgrund von dessen fundamentalen Eigenschaften möglich, eine Verstärkung in dem Ausmaß der Anzahl von miteinander verbundenen Erfassungsabschnitten zu erzielen, wenn eine Mehrzahl von Erfassungsabschnitten in Reihe geschaltet wird. Fig. 15 zeigt einen für geringe Beschleunigungen vorgesehenen Erfassungsabschnitt 401, bei dem eine große Anzahl von Erfassungsabschnitten 300 miteinander verbunden sind. In Fig. 15B ist ein für mittlere Beschleunigungen ausgelegter Erfassungsabschnitt 402 dargestellt, bei dem eine mittlere Anzahl von Beschleunigungsabschnitten 300 miteinander verbunden sind. In Fig. 15C ist ein zur Erfassung hoher Beschleunigungen ausgelegter Erfassungsabschnitt 403 gezeigt, der einen einzigen Erfassungsabschnitt 300 aufweist. Wenn eine Mehrzahl von Erfassungsabschnitten, die sich in ihrem Erfassungsbereich unterscheiden, auf einem einzigen Chip ausgebildet werden, und die Ausgangssignale aus der Mehrzahl von Erfassungsabschnitten selektiert und in einen Verstärker eingespeist werden, kann hiermit ein einzelner Beschleunigungssensorchip für die Erfassung einer Beschleunigung über einen breiten Bereich hinweg benutzt werden.

Ein Ausführungsbeispiel für den Schaltungsaufbau bei dem vierten Ausführungsbeispiel ist in den Fig. 16 und 17 gezeigt. In den beiden Figuren sind aus Gründen der Einfachheit lediglich die Erfassungsspulen von zwei Erfassungsabschnitten dargestellt. Ein Induktionsstrom, der in der Erfassungsspule 304 des Sensorabschnitts 300 induziert wird, wird durch einen zur Spannungsumwandlung dienenden Widerstand 411 in eine Ausgangsspannung umgewandelt und über die Verstärkerschaltung 105, die eine durch die digitale Justierschaltung 104 gesteuerte Justierfunktion aufweist, sowie über ein Hochpaßfilter 116, ein Tiefpaßfilter 117 und ähnliches nach außen abgegeben. Fig. 16 zeigt eine Ausführungsform, bei der die digitale Justierschaltung 104 und die Verstärkerschaltung 105 in anderen Bereichen als auf demjenigen Chip ausgebildet sind, auf dem der Erfassungsabschnitt gebildet ist. Demgegenüber ist in Fig. 17 ein Beispiel dargestellt, bei dem diese Komponenten auf dem gleichen Chip wie der Erfassungsabschnitt ausgebildet sind.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist, wie dies in Fig. 11C gezeigt ist, eine Eigenüberprüfung möglich, bei der der Erfassungsabschnitt durch eine elektrostatische Kraft bewegt wird, die generiert wird, wenn eine Spannung zwischen dem aus Silizium bestehenden Substrat 100 und dem Erfassungsabschnitt 300 angelegt wird, wobei ein induzierter Induktionsstrom, der in der Erfassungsspule in Abhängigkeit von der zu diesem Zeitpunkt auftretenden Bewegung des Erfassungsabschnitts induziert wird, durch die Verstärkerschaltung 105 verstärkt wird. Ferner ist es auch bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel möglich, einen Eigentest auszuführen, indem Wählschalter 412 und 413 benutzt werden, die zum Auswählen zwischen der üblichen Erfassung der Beschleunigung und der Eigenüberprüfung, das heißt dem Selbsttest, dienen. Bei dem Eigentest werden folglich die Schalter 412 und 413 so selektiert bzw. umgeschaltet, daß ein Strom zu den Erfassungsanschlüssen 414 und 415 und zu dem Eigentestanschluß 416 fließt. Bei dem Eigentest wird an die Erfassungsspule ein gepulstes Ausgangssignal angelegt, um hierdurch dem Sensorabschnitt 300 eine impulsförmige elektromagnetische Kraft aufzuzwingen, durch die der Gewichtsabschnitt 302 bewegt wird. Das zu diesem Zeitpunkt erhaltene Antwortsignal wird verarbeitet und durch die im Anschluß an die Verstärkerschal-

tung vorgesehenen Schaltungen überprüft, um hierdurch den Eigentest auszuführen. Gemäß diesen Methoden kann die Eigentestfunktion durch einen einfachen Aufbau erzielt werden. Zusätzlich zu den vorstehend erläuterten Methoden ist es weiterhin auch möglich, einen Eigentest mit Hilfe eines Verfahrens zu erreichen, bei dem ein Permanentmagnet oder ein Elektromagnet in der Nähe des Erfassungsabschnitts 300 angeordnet wird oder ist, um hierdurch ein Magnetfeld von außen auf den Sensorabschnitt auszuüben, wobei hierbei ein induzierter Strom detektiert wird, der in der Erfassungsspule 304 erzeugt wird, wenn der Erfassungsabschnitt 300 durch das Magnetfeld bewegt wird. Selbstverständlich können diese Selbstüberprüfungsfunktionen auch bei dem Beschleunigungssensor gemäß dem vorstehend beschriebenen dritten Ausführungsbeispiel vorgesehen sein.

Unter Bezugnahme auf Fig. 18 wird nachfolgend ein fünftes Ausführungsbeispiel eines Sensortyps erläutert, der als der Halbleitersensor gemäß der vorliegenden Erfindung geeignet ist. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel werden zwei Einheiten gemäß dem dritten, in Fig. 10 gezeigten Ausführungsbeispiel, oder dem vierten, in Fig. 15 gezeigten Ausführungsbeispiel, kombiniert, um hierdurch eine Winkelbeschleunigung erfassen zu können. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind jeweils drei Einheiten von Erfassungseinheiten 300L und 300R symmetrisch auf der rechten bzw. der linken Seite einer Erfassungsachse X angeordnet. Wenn sich die beispielsweise um die Erfassungsachse X herum auftretende Winkelbeschleunigung ändert, verlagert sich beispielsweise der Gewichtsabschnitt in dem auf der linken Seite angeordneten Erfassungsabschnitt nach oben, während sich der Gewichtsabschnitt in dem auf der rechten Seite angeordneten Erfassungsabschnitt nach unten verlagert. Wie in Fig. 19 gezeigt ist, sind diese Erfassungsabschnitte so miteinander verdrahtet, daß eine geschlossene Schleife gebildet ist, so daß Ströme in den gleichen Richtungen in den Erfassungsspulen 304L und 304R der rechten und der linken Erfassungsabschnittsanordnungen fließen, wenn eine Änderung der Winkelbeschleunigung um die Erfassungsachse X herum hervorgerufen wird. Wie bei dem vierten Ausführungsbeispiel werden diese Ströme durch den zur Umwandlung in eine Spannung vorgesehenen Widerstand 411 in eine Spannung umgewandelt, wonach sich eine Integration und eine Verstärkung anschließt. Dies ermöglicht es, den Sensor als einen Erfassungssensor zum Erfassen einer Winkelbeschleunigung zu benutzen, durch den eine Winkelbeschleunigung, die um die Erfassungsachse X herum auftritt, detektierbar ist.

Die vorliegende Erfindung ist nicht nur bei dem vorstehend erläuterten Beschleunigungssensor und einem Winkelbeschleunigungssensor einsetzbar, sondern kann auch bei einem Halbleitersensor zum Einsatz kommen, der zum Erfassen von physikalischen Werten oder Parametern dient, bei denen die Richtung wichtig ist. Bei dem Halbleitersensor, der in den Fig. 3 und 4 gezeigt ist, ist eine Ausführungsform vorgesehen, bei der die für die Montage des Halbleitersensorchips vorgesehene Hauptfläche im wesentlichen rechtwinklig zu der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte verläuft, die für die Montage bzw. Halterung des Gehäuses vorgesehen ist. Jedoch kann der Winkel, den die für die Montage des Halbleitersensorchips vorgesehene Hauptfläche mit Bezug zu der Oberfläche der für die Montage des Gehäuses dienenden gedruckten Leiterplatte einschließt, flexibel in Abhängigkeit von der Richtung der physikalischen, zu detektierenden Größe und von der Montageposition der gedruckten Leiterplatte, die die Sensoranordnung bildet, gewählt werden.

Fig. 20 zeigt ein Beispiel für eine solche Gestaltung, bei der die Richtung 930 des physikalischen Werts bzw. der

physikalische Größe, die rechtwinklig zu der Oberfläche des Halbleitersensorchips einwirkt, in einem Winkel von 45° mit Bezug zu der gedruckten Leiterplatte 940 liegt. Da die verwendeten Bezugszeichen gleich sind wie die in Fig. 4 benutzten Bezugszeichen, entfällt eine detaillierte Beschreibung dieser Komponenten. In diesem Fall liegt die Hauptfläche des Halbleitersensorgehäuses, die für die Montage des Halbleitersensorchips 910 vorgesehen ist, in einer Richtung, die einen Winkel von 45° mit Bezug zu der gedruckten Leiterplatte 940 einschließt. Wie gezeigt ist, ist die Hauptfläche des Gehäuses, die für die Montage des Halbleitersensorchips vorgesehen ist, bzw. der Winkel dieser Hauptfläche unter Berücksichtigung der Richtung des zu erfassenden physikalischen Parameters und der aktuellen Montagerichtung der gedruckten Leiterplatte 940 gewählt, wobei zu berücksichtigen ist, daß der Halbleitersensorchip 910 zur Erfassung eines physikalischen Parameters dient, der in einer rechtwinklig zu der Oberfläche des Halbleitersensorchips einwirkenden Richtung orientiert ist.

Wie vorstehend beschrieben, können mit der vorliegenden Erfindung die nachstehend erläuterten Effekte erzielt werden:

- 1) Die Montagefläche kann verringert werden, und es kann die Größe des gesamten Erfassungssystems einschließlich des Sensors verkleinert werden.
- 2) Wie bei herkömmlichen ICs ist eine Lötmontage durch Verlöten der Stifte mit der gedruckten Leiterplatte möglich und es kann der Herstellungsprozeß in einfacher Weise automatisiert werden, wodurch die Produktionskosten verringert werden.
- 3) Da eine Montage durch die Einführung der Stifte in die gedruckte Leiterplatte möglich ist, können die Richtung des zu detektierenden physikalischen Parameters und die Richtung des Sensorchips positiv und definiert in einer einzigen Richtung angeordnet werden, wodurch die Zuverlässigkeit des Erfassungssignals verbessert wird.

Bei dem beschriebenen, zur Aufnahme eines Halbleitersensorchips vorgesehenen Gehäuse ist somit die Hauptfläche, an der der Halbleiterchip montiert ist, mit einem vorbestimmten Winkel gegenüber der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte geneigt, an der das Gehäuse angebracht ist. Die Hauptfläche ist an ihren beiden gegenüberliegenden Seiten mit einer Mehrzahl von Anschlüssen versehen, über die die Verbindung mit Eingangs-/Ausgangsanschlüssen des Halbleitersensorchips hergestellt wird. Die rechtwinklig zu der Hauptfläche verlaufende Bodenfläche ist mit einer Mehrzahl von Stiften ausgestattet, die jeweils an zwei Seiten parallel zu der Hauptfläche ausgebildet sind, wobei die Stifte in Montagelöcher eingeführt sind, die in der gedruckten Leiterplatte ausgebildet sind. Die Mehrzahl von Anschlüssen und die Mehrzahl von Stiften, die entlang paralleler Seiten angeordnet sind, werden elektrisch entlang der beiden Seitenflächen miteinander verbunden, die die Hauptfläche sandwichartig umgeben. Durch diesen Aufbau wird die Montagefläche des Halbleitersensors verringert und zugleich das Auftreten von durch die Verdrahtung bedingten mechanischen Störungen und induktiven Störungen verhindert. Ferner sind die Montagekosten reduziert.

#### Patentansprüche

1. Halbleitersensor mit einem Halbleitersensorchip (910) zum Erfassen einer physikalischen Größe, die in einer rechtwinklig zu der Chipoberfläche verlaufenden Richtung einwirkt, und

einem Gehäuse (920) zur Aufnahme des Halbleitersensorchips, wobei eine für die Montage des Halbleitersensorchips (910) vorgesehene Hauptfläche so ausgebildet ist, daß sie in einem vorbestimmten Winkel mit Bezug zu der Oberfläche einer gedruckten Leiterplatte (940) verläuft, die für die Montage des Gehäuses (920) vorgesehen ist, und wobei die Hauptfläche mit einer Mehrzahl von Anschlüssen (923) entlang zweier sich gegenüberliegenden Seiten versehen ist, die für die Verbindung mit Eingangs-/Ausgangsanschlüssen des Halbleitersensorchips (910) vorgesehen sind, und wobei eine Bodenfläche, die rechtwinklig zu der Hauptfläche (920A) verläuft, mit einer Mehrzahl von Stiften (922) versehen ist, die entlang der beiden parallel zu der Hauptfläche (920A) verlaufenden Seiten angeordnet sind, wobei die Mehrzahl von Stiften (922) in Montagelöcher (941) eingeführt sind, die in der gedruckten Leiterplatte (940) ausgebildet sind, wobei die Mehrzahl von Anschlüssen (923) und die Mehrzahl von Stiften (922) elektrisch miteinander verbunden sind, und wobei die Eingangs-/Ausgangsanschlüsse des Halbleitersensorchips (910) der an der Hauptfläche (920A) angebracht ist, elektrisch mit der Mehrzahl von Anschlüssen des Gehäuses verbunden sind.

2. Halbleitersensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die für die Montage des Halbleitersensorchips (910) vorgesehene Hauptfläche (920A) im wesentlichen rechtwinklig zu der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte (940) verläuft, die für die Anbringung des Gehäuses vorgesehen ist.

3. Halbleitersensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleitersensorchip ein Halbleiterbeschleunigungssensorchip ist.

4. Halbleitersensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterbeschleunigungssensorchip ein Beschleunigungssensorchip ist, der einen Stützrahmenabschnitt und einen Sensoraufbau enthält, der mindestens einen verlagerbaren Gewichtsabschnitt und einen zur Verbindung des Gewichtsabschnitts mit dem Stützrahmenabschnitt dienenden Balkenabschnitt umfaßt und der aus einem dünnen, aus Silizium bestehenden Film hergestellt ist, der auf einem aus Silizium bestehenden Substrat unter Zwischenlage einer isolierenden Schicht gebildet ist, wobei die isolierende Schicht zwischen dem Sensoraufbau und dem Substrat entfernt ist, daß der Balkenabschnitt eine Mehrzahl von Sätzen aus parallel zueinander verlaufenden Balken umfaßt, daß der Gewichtsabschnitt mit dem Stützrahmenabschnitt über die Mehrzahl von Sätzen aus parallelen Balken verbunden ist, und daß mindestens zwei Halbleiterbelastungsfühler an der Oberfläche der Mehrzahl von Sätzen paralleler Balken angeordnet sind.

5. Halbleitersensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterbeschleunigungssensorchip ein Beschleunigungssensorchip ist, der einen Stützrahmenabschnitt, einen Sensoraufbau und eine Spule umfaßt, daß der Sensoraufbau einen verlagerbaren Gewichtsabschnitt, der einen magnetischen dünnen, auf einer Oberfläche derselben ausgebildeten Film umfaßt, und einen Balkenabschnitt aufweist, der zur Verbindung des Gewichtsabschnitts mit dem Stützrahmenabschnitt dient, daß der Sensoraufbau aus einem dünnen Film aus Silizium besteht, der auf einem aus Silizium bestehenden Substrat unter Zwischenlage einer isolierenden Schicht ausgebildet ist, wobei die isolierende Schicht zwischen dem Sensoraufbau und dem Substrat entfernt ist, und daß die Spule den Gewichtsabschnitt

umgibt und an dem Stützrahmenabschnitt an der Peripherie des Gewichtsabschnitts ausgebildet ist.

6. Halbleitersensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterbeschleunigungssensorchip ein Beschleunigungssensorchip ist, der einen Stützrahmenabschnitt und eine Mehrzahl von Sensorstrukturen umfaßt, die jeweils einen verlagerbaren Gewichtsabschnitt, der einen magnetischen dünnen, auf einer Oberfläche derselben ausgebildeten Film enthält, und einen Balkenabschnitt aufweisen, der zur Verbindung des Gewichtsabschnitts mit dem Stützrahmenabschnitt dient, daß die Sensorstrukturen aus einem dünnen, aus Silizium bestehenden Film bestehen, der auf einem aus Silizium bestehenden Substrat unter Zwischenlage einer isolierenden Schicht gebildet ist, daß die isolierende Schicht zwischen der Mehrzahl von Sensorstrukturen und dem Substrat beseitigt ist, daß mehrere Spulen vorgesehen sind, die an dem Stützrahmenabschnitt an der Peripherie der jeweiligen Gewichtsabschnitte angeordnet sind und den jeweiligen Gewichtsabschnitt umgeben, und daß die Spulen in Reihe geschaltet sind.

7. Halbleitersensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleitersensorchip ein Halbleiterwinkelbeschleunigungssensorchip ist.

8. Halbleitersensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiterwinkelbeschleunigungssensorchip ein Winkelbeschleunigungssensorchip ist, der eine erste Sensorgruppe und eine zweite Sensorgruppe umfaßt, die auf demselben Halbleiterchip ausgebildet sind, daß die erste Sensorgruppe einem ersten Stützrahmenabschnitt und eine Mehrzahl von ersten Sensorstrukturen enthält, die jeweils einen ersten verlagerbaren Gewichtsabschnitt, der einen magnetischen dünnen, auf einer Oberfläche desselben ausgebildeten Film aufweist, und einen ersten Balkenabschnitt für die Verbindung des ersten Gewichtsabschnitts mit dem ersten Trägerrahmenabschnitt aufweist, daß die ersten Sensorstrukturen auf einem dünnen, aus Silizium bestehenden Film hergestellt sind, der auf einer auf einem aus Silizium bestehenden Substrat befindlichen isolierenden Schicht gebildet ist, wobei die isolierende Schicht zwischen der Mehrzahl von ersten Sensorstrukturen und dem Substrat entfernt ist, daß jeweils eine erste Erfassungsspule, die jeden der ersten Gewichtsabschnitte umgibt, an dem ersten Stützrahmenabschnitt an der Peripherie jedes der bzw. eines jeweiligen ersten Gewichtsabschnitts ausgebildet ist, und daß die Mehrzahl von ersten Erfassungsspulen in Reihe geschaltet ist, daß die zweite Sensorgruppe einen zweiten Stützrahmenabschnitt und eine Mehrzahl von zweiten Sensorstrukturen enthält, die jeweils einen zweiten verlagerbaren Gewichtsabschnitt, der einen magnetischen dünnen, auf einer Oberfläche desselben gebildeten Film enthält, und einen zweiten Balkenabschnitt zum Verbinden des Gewichtsabschnitts mit den zweiten Stützrahmenabschnitt umfassen, daß die zweiten Sensorstrukturen aus einem dünnen, aus Silizium bestehenden Film bestehen, der auf einer isolierenden Schicht auf einem aus Silizium bestehenden Substrat gebildet ist, daß die isolierende Schicht zwischen der Mehrzahl von zweiten Sensorstrukturen und dem Substrat entfernt ist, daß jeweilige zweite Erfassungsspulen, die jeden der zweiten Gewichtsabschnitte umgeben, an dem zweiten Stützrahmenabschnitt an der Peripherie jedes der zweiten Gewichtsabschnitte ausgebildet sind, und daß die Mehrzahl von zweiten Erfassungsspulen in Reihe geschaltet ist.

daß die erste Sensorgruppe und die zweite Sensorgruppe jeweils die gleiche Anzahl von Sensorstrukturen enthalten, daß die erste Sensorgruppe und die zweite Sensorgruppe symmetrisch um eine als Symmetrieachse dienende Erfassungsachse herum angeordnet sind, daß die ersten und die zweiten Erfassungsspulen der ersten und der zweiten Sensorgruppen eine geschlossene Schleife bilden, derart, daß dann, wenn eine Winkelbeschleunigung um die Erfassungsachse herum auftritt, Ströme, die in der Mehrzahl der ersten und zweiten Erfassungsspulen der ersten und der zweiten Sensorgruppen fließen, die gleiche Richtung aufweisen, und daß eine Einrichtung zum Verstärken von von der Mehrzahl von ersten und zweiten Erfassungsspulen stammenden Signalen und eine Einrichtung zum Integrieren der Ausgangssignale der Mehrzahl von Erfassungsspulen zur ausgangsseitigen Erzeugung eines Winkelgeschwindigkeitssignals vorgesehen sind.

9. Halbleitersensorgehäuse zur Aufnahme eines Halbleitersensorchips, bei dem eine zur Anbringung des Halbleitersensorchips (910) dienende Hauptfläche (920A) in einem vorbestimmten Winkel gegenüber der Oberfläche einer gedruckten Leiterplatte (940) angeordnet ist, auf der das Gehäuse angebracht ist, wobei die Hauptfläche (920A) mit einer Mehrzahl von Anschlüssen (923) entlang der beiden sich gegenüberliegenden Seiten der Hauptfläche versehen ist, die für die Verbindung mit Eingangs-/Ausgangsanschlüssen (910) vorgesehen sind, wobei eine rechtwinklig zu der Hauptfläche (920A) verlaufende Bodenfläche mit einer Mehrzahl von Stiften (922) versehen ist, die jeweils entlang zweier parallel zu der Hauptfläche verlaufenden Seiten gebildet sind, wobei die Mehrzahl von Stiften (922) in Montagelöcher (941) eingeführt sind, die in der gedruckten Leiterplatte (940) ausgebildet sind, und daß die Mehrzahl von entlang der parallelen Seiten vorgesehenen Anschlüssen (923) und die Mehrzahl von Stiften (922) elektrisch miteinander verbunden sind.

10. Halbleitersensorgehäuse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Halterung des Halbleitersensorchips (910) vorgesehene Hauptfläche (920A) im wesentlichen rechtwinklig zu der Oberfläche der gedruckten Leiterplatte (940) orientiert ist, auf der das Gehäuse angebracht ist.

11. Halbleitersensorgehäuse nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Verbindung der Mehrzahl von Anschlüssen (923) mit der Mehrzahl von Stiften (922) vorgesehene Verdrahtung (925) in dem Gehäuse vergraben bzw. eingebettet ist.

---

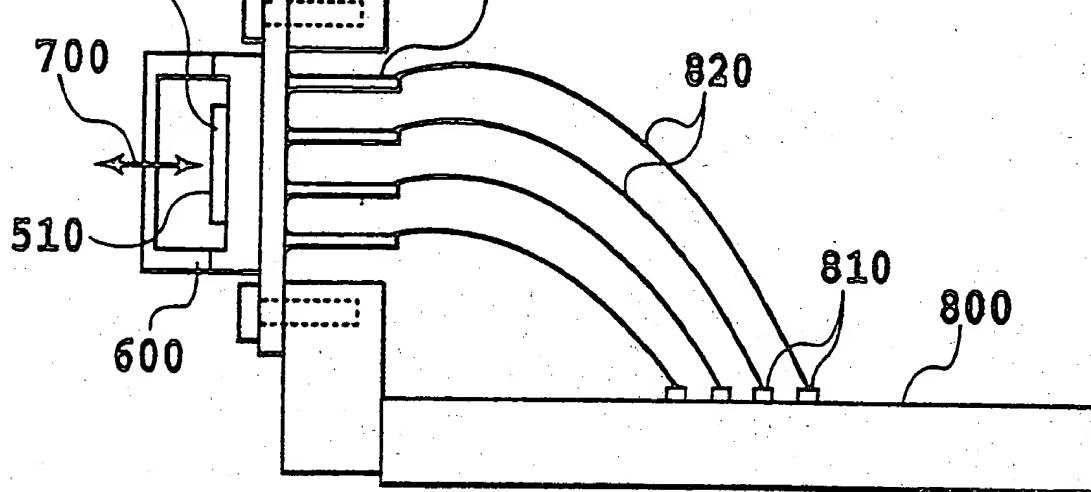
Hierzu 21 Seite(n) Zeichnungen

---

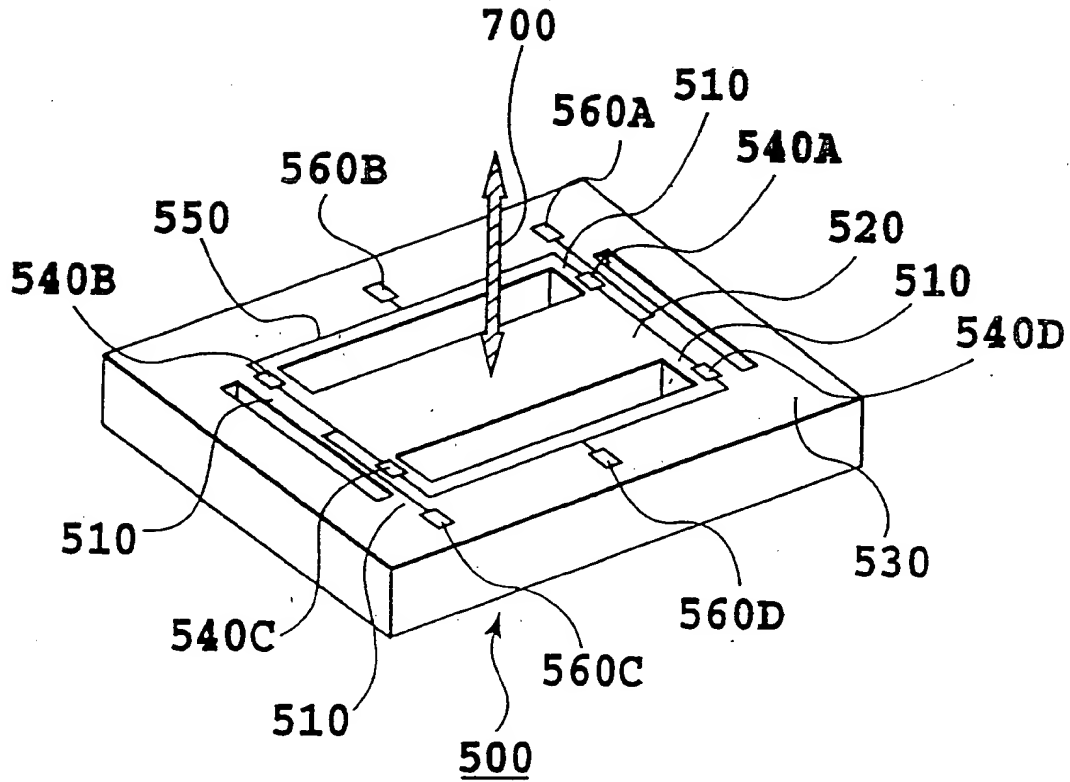
55

60

65



**FIG.1**  
**STAND DER TECHNIK**



**FIG. 2**  
**STAND DER TECHNIK**

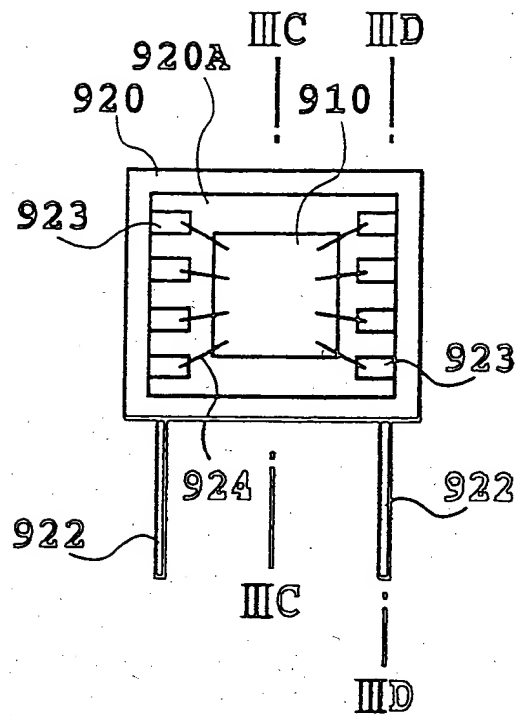


FIG. 3A

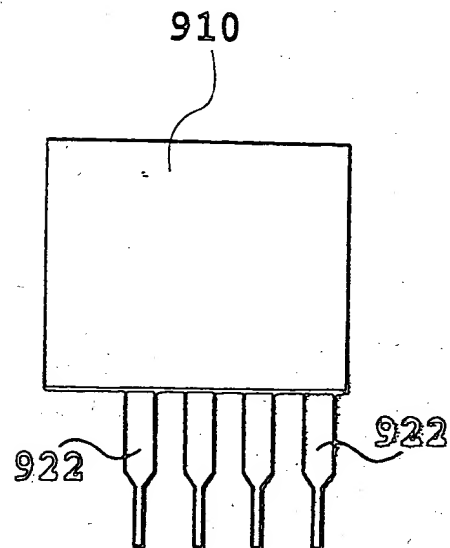


FIG. 3B

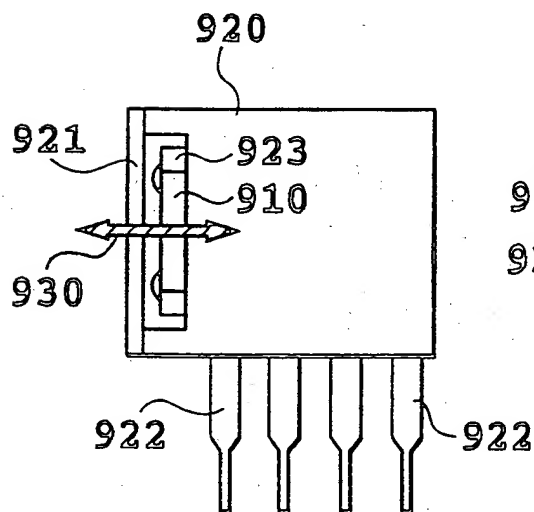


FIG. 3C

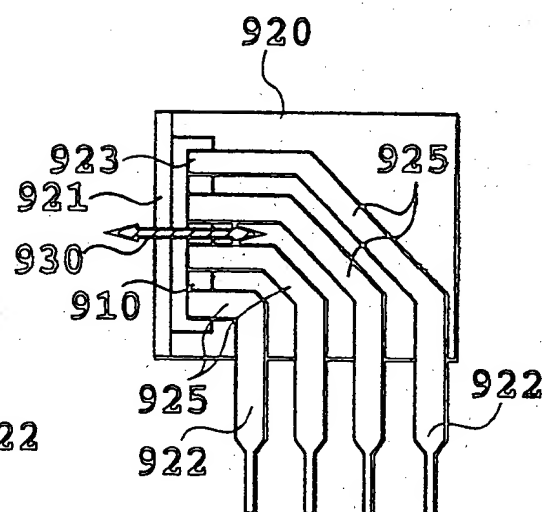
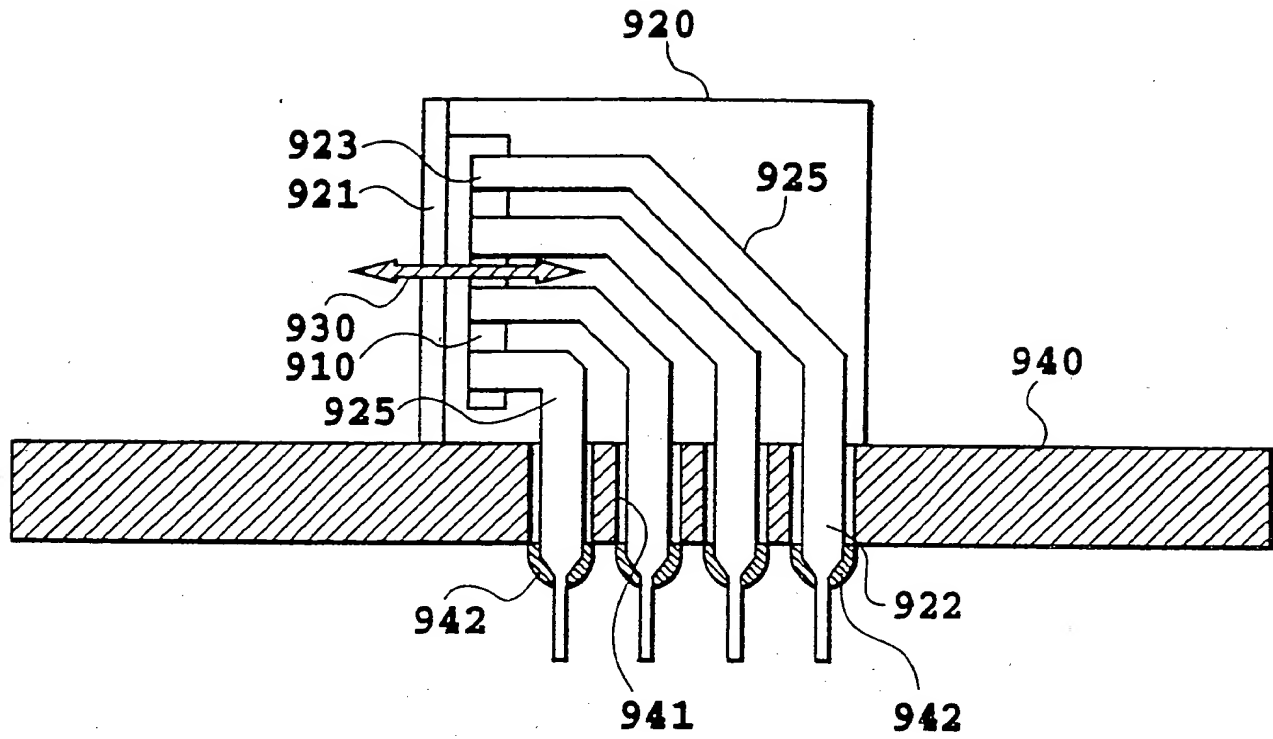


FIG. 3D



**FIG.4**

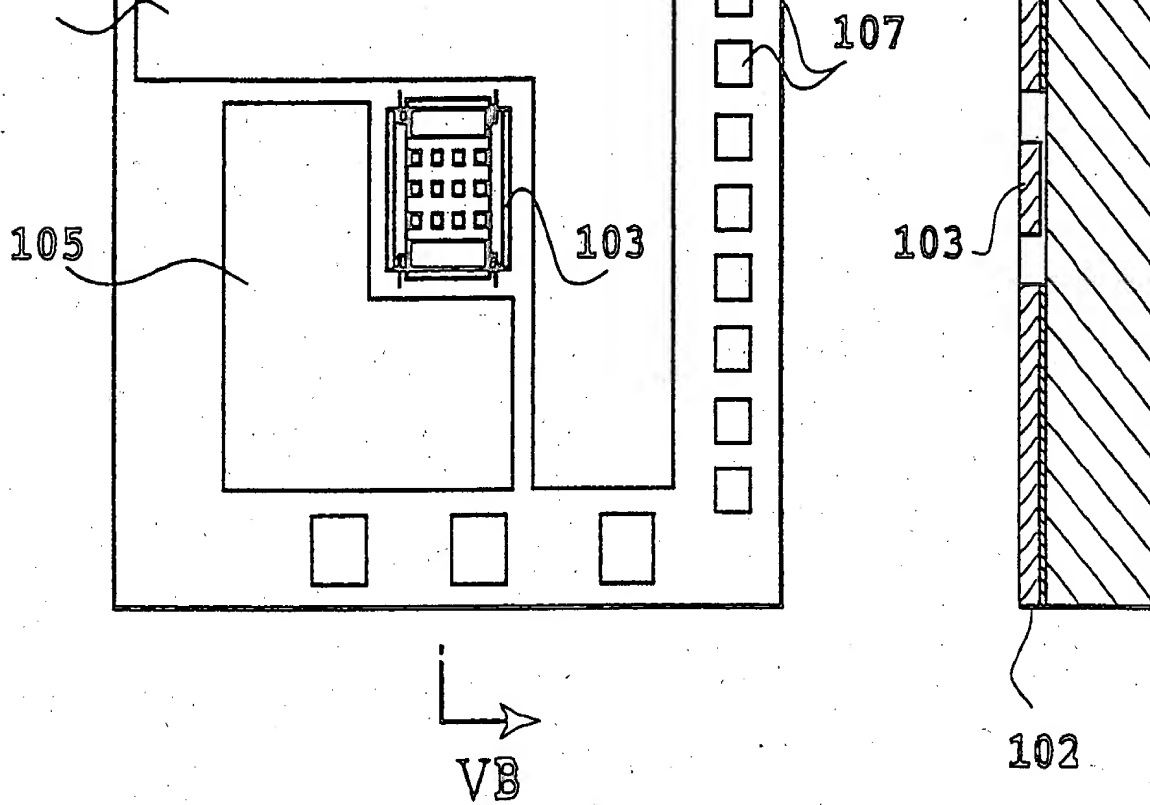


FIG. 5A

FIG. 5B

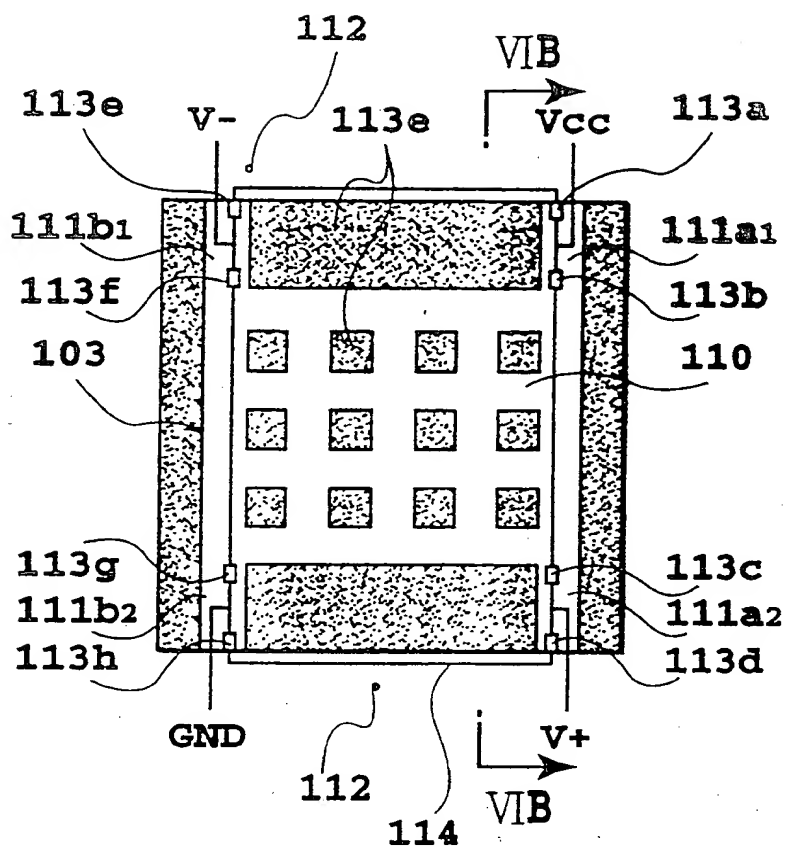


FIG. 6A

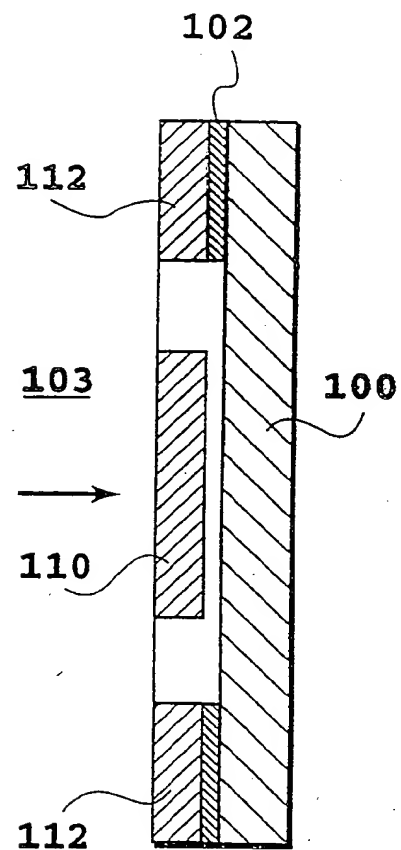
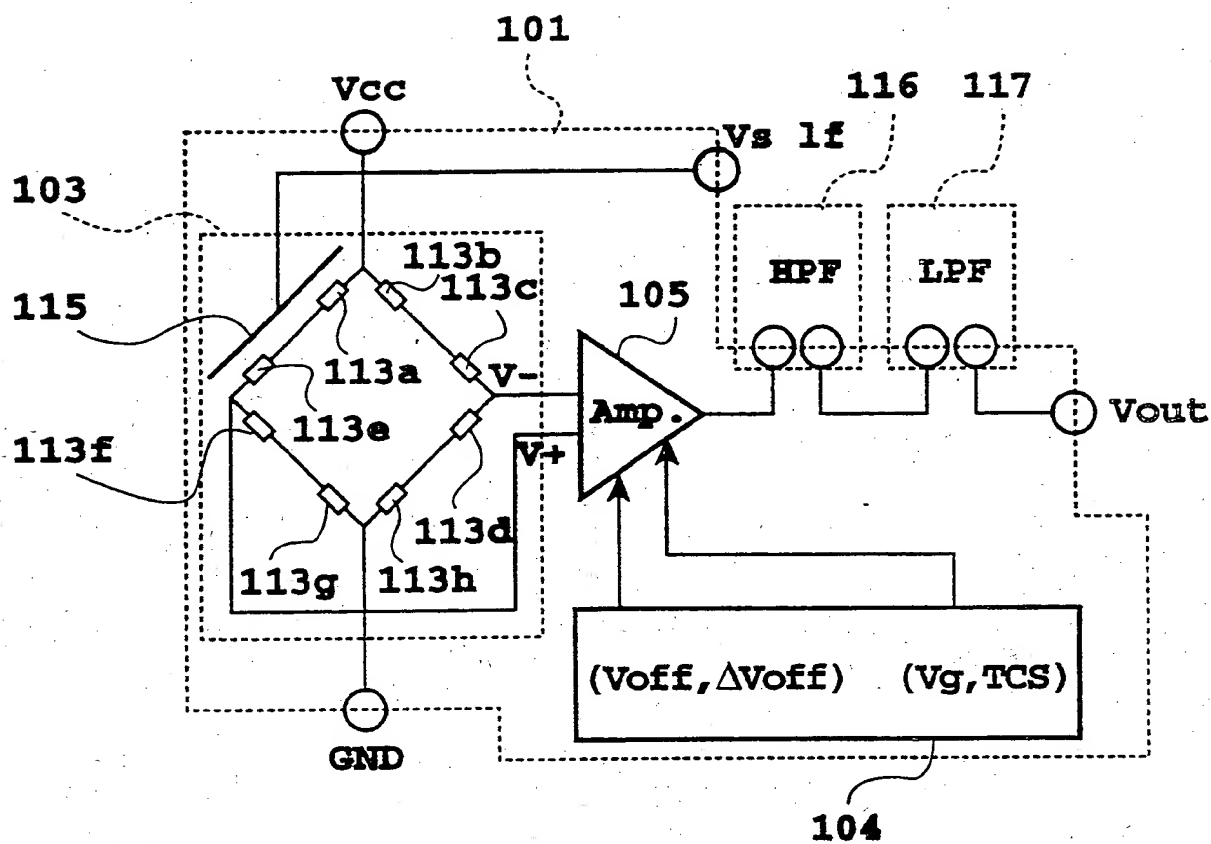


FIG. 6B

**FIG. 7**

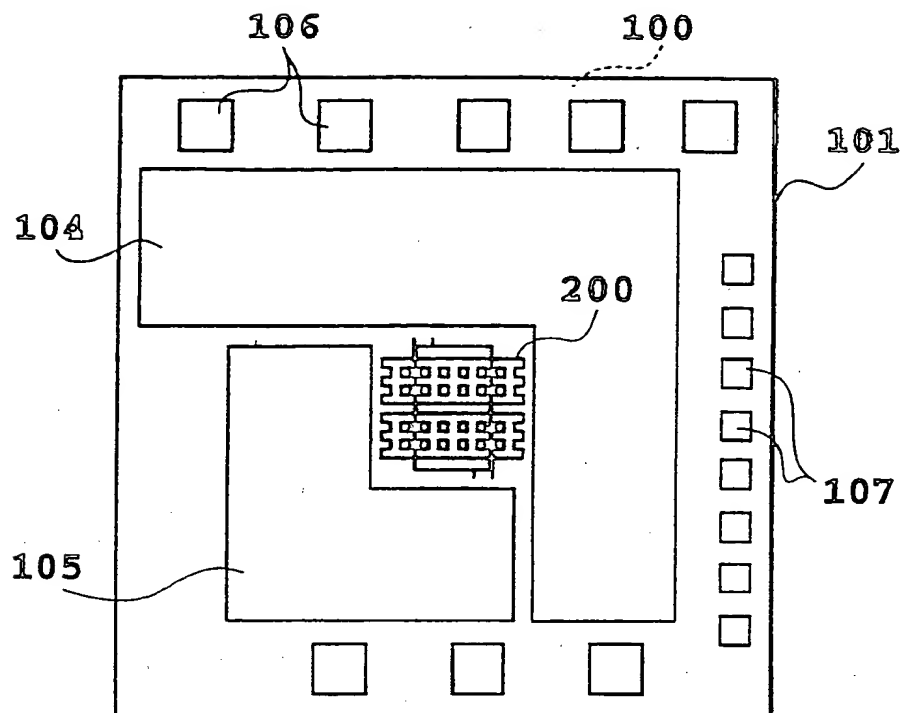


FIG. 8A



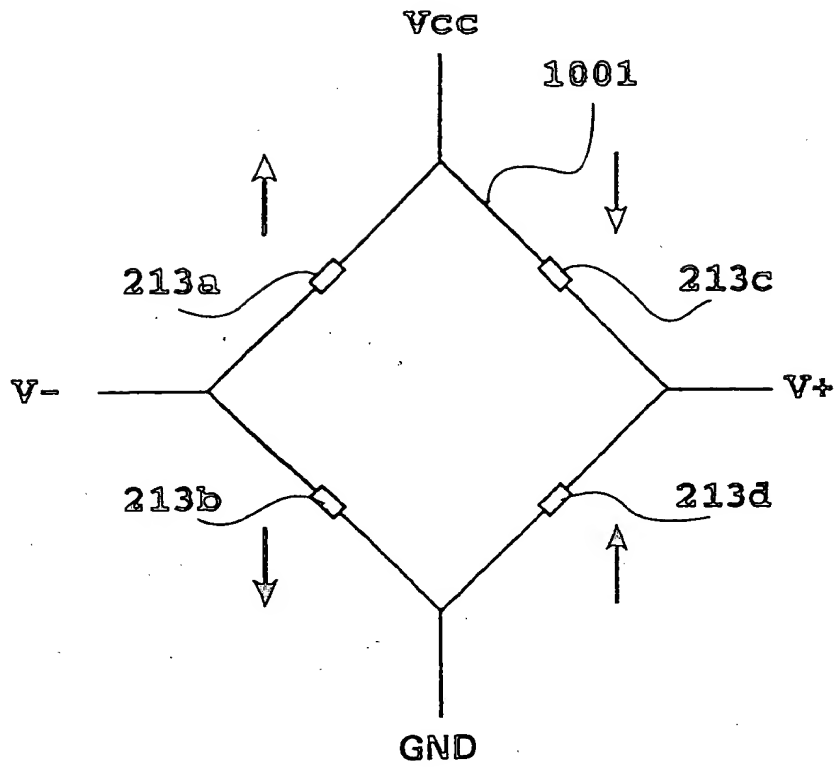
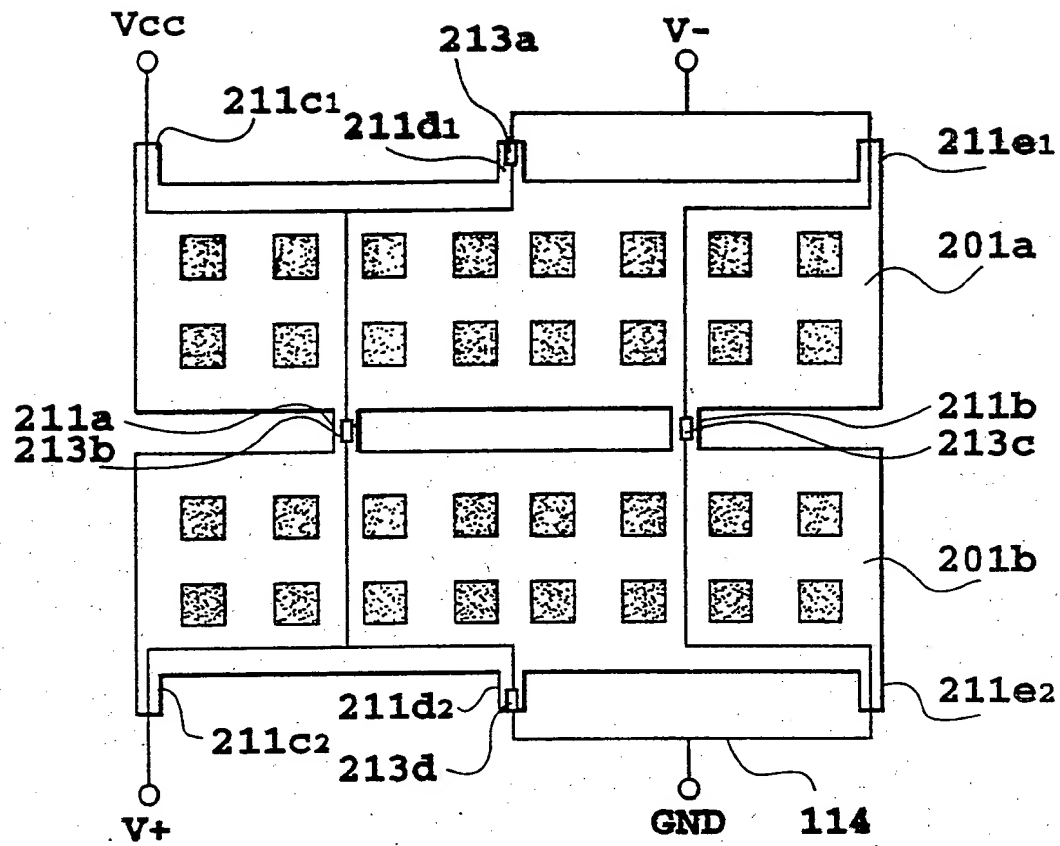


FIG.9



**FIG. 10**

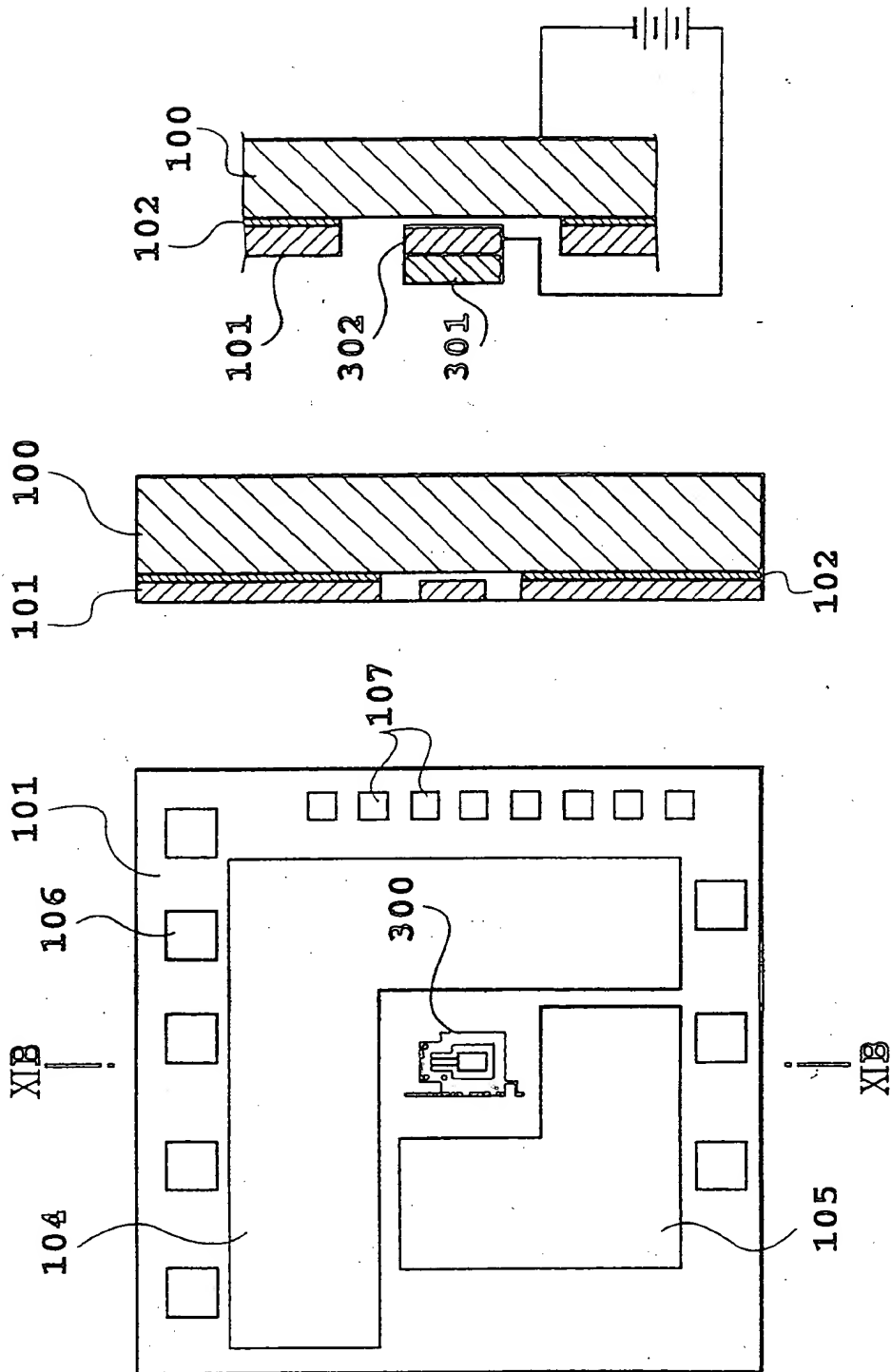
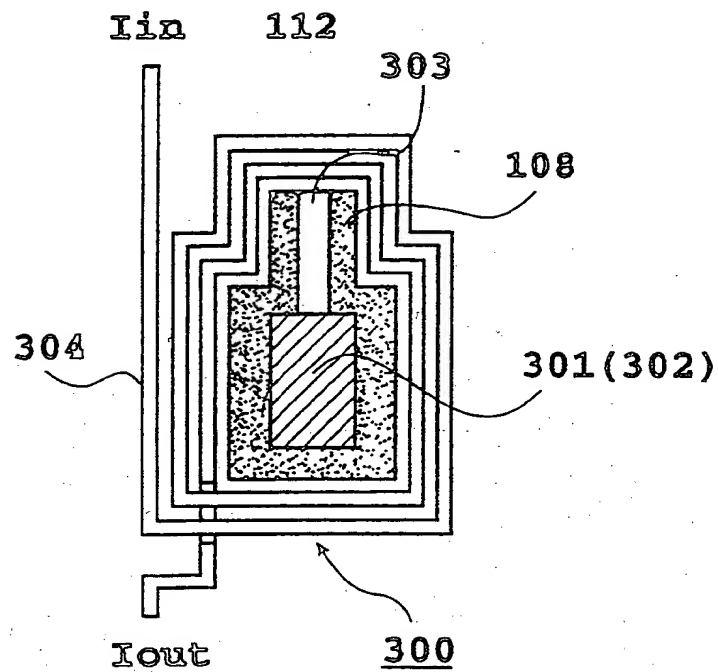


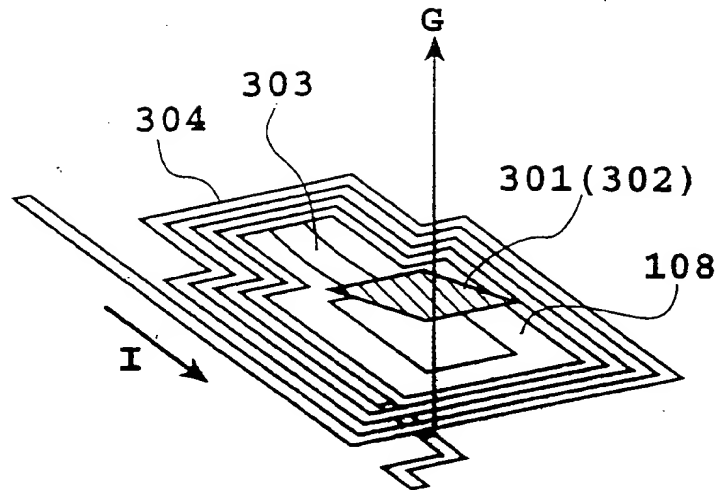
FIG. 11C

FIG. 11B

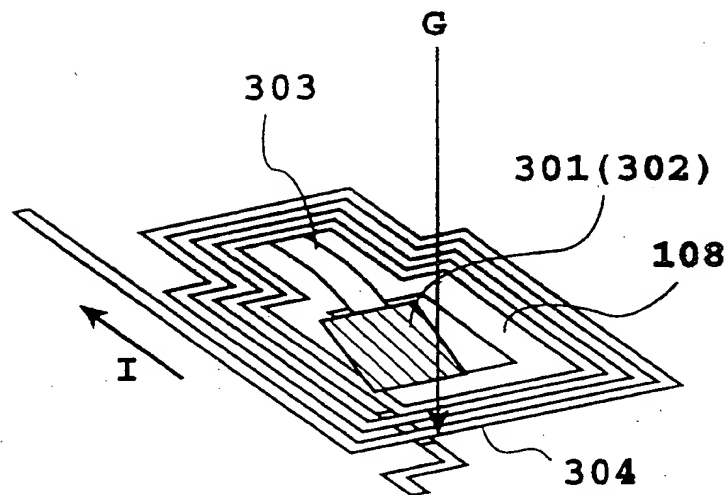
FIG. 11A



*FIG.12*



**FIG. 13A**



**FIG. 13B**

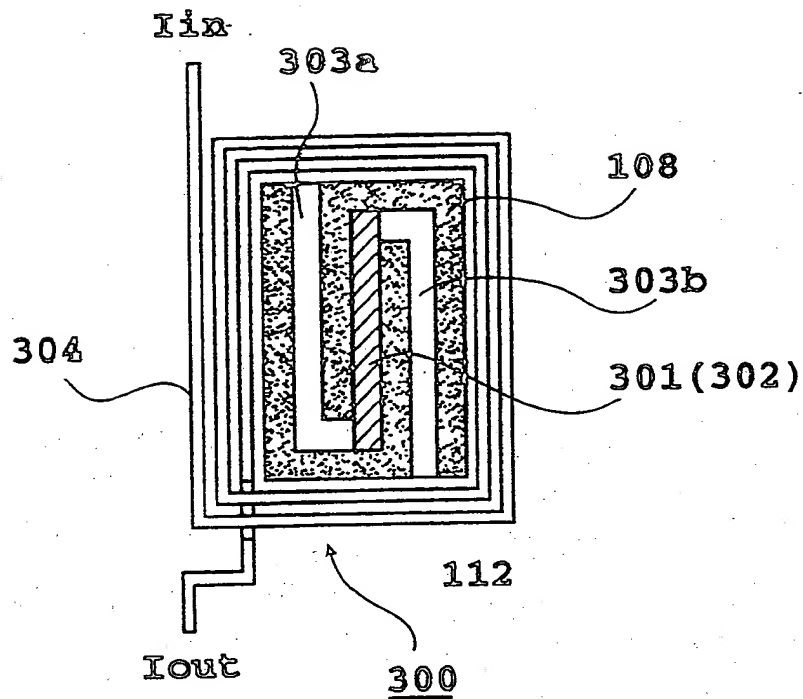


FIG.14

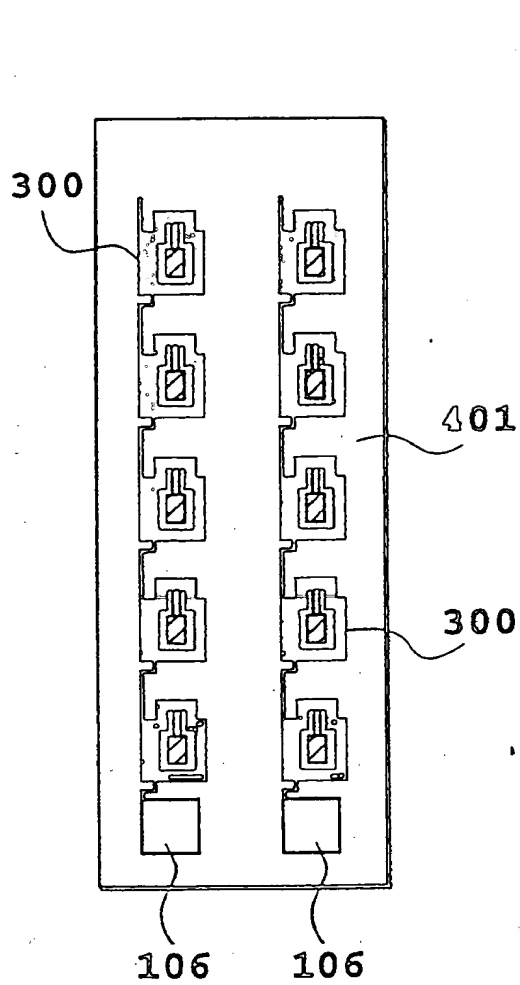


FIG. 15A

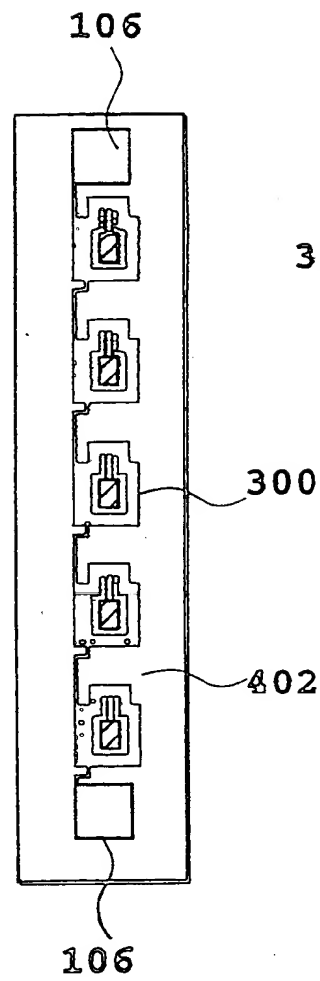


FIG. 15B

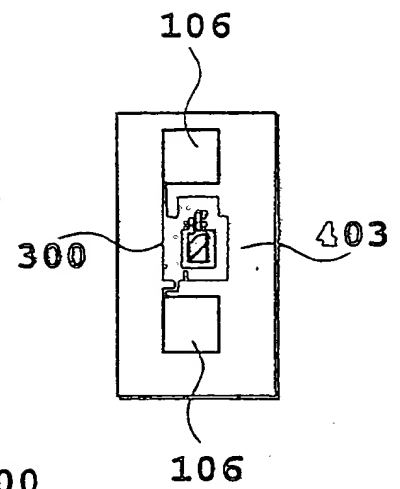
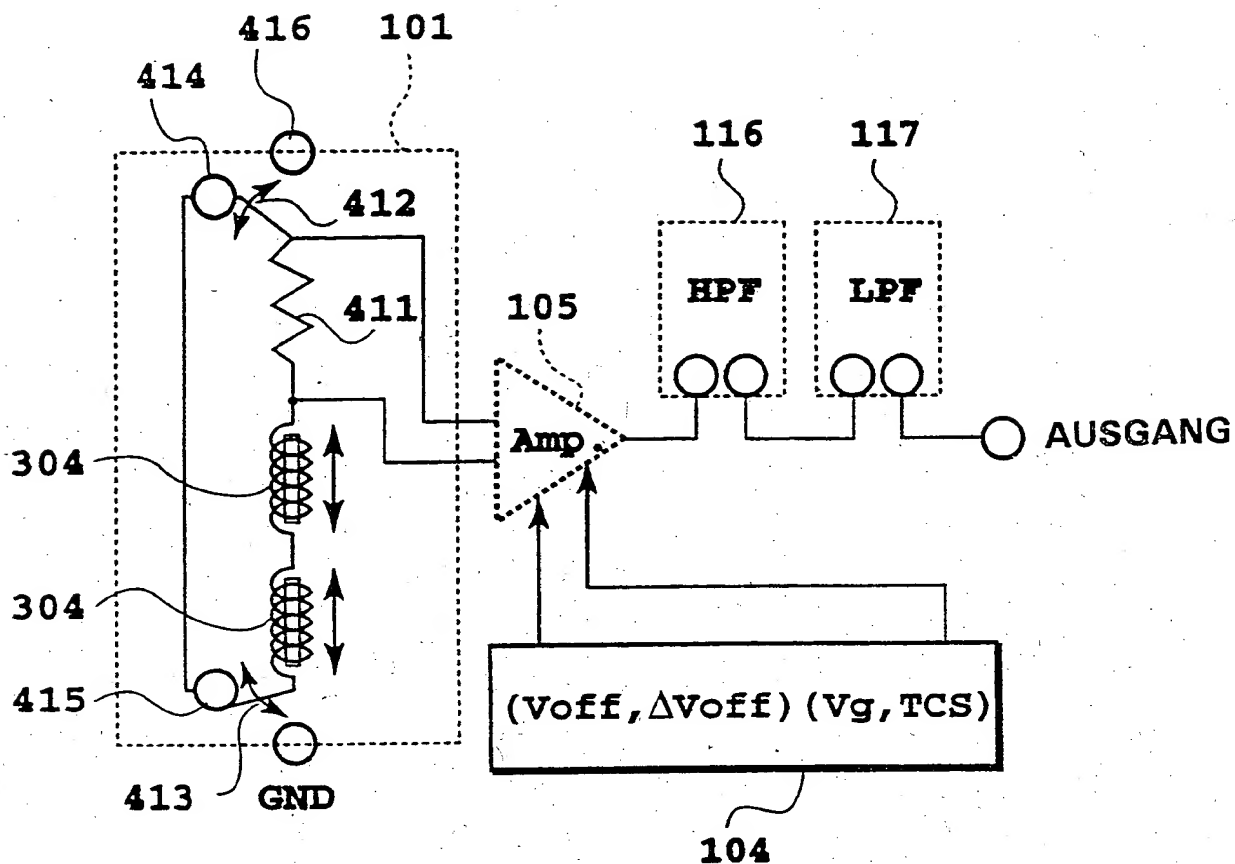
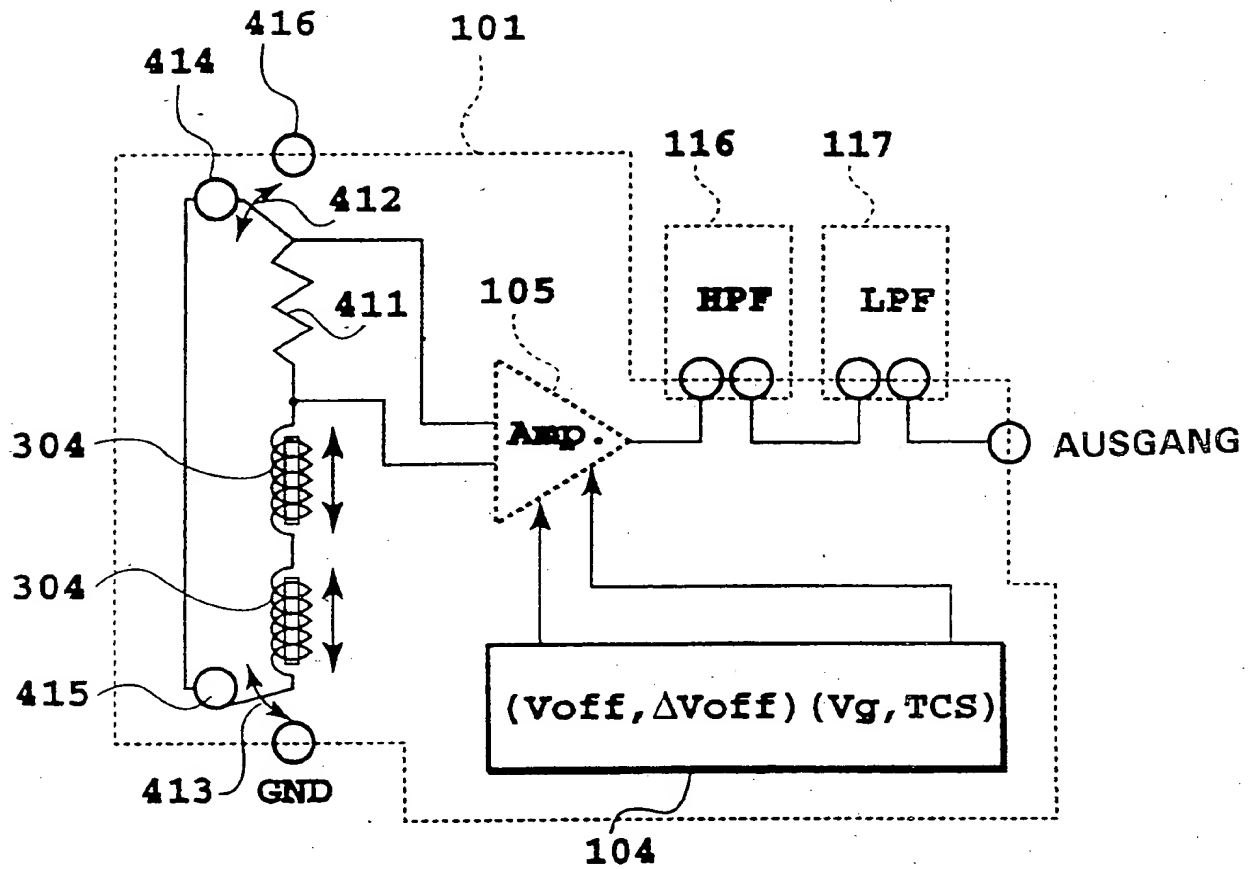


FIG. 15C



**FIG.16**



**FIG.17**

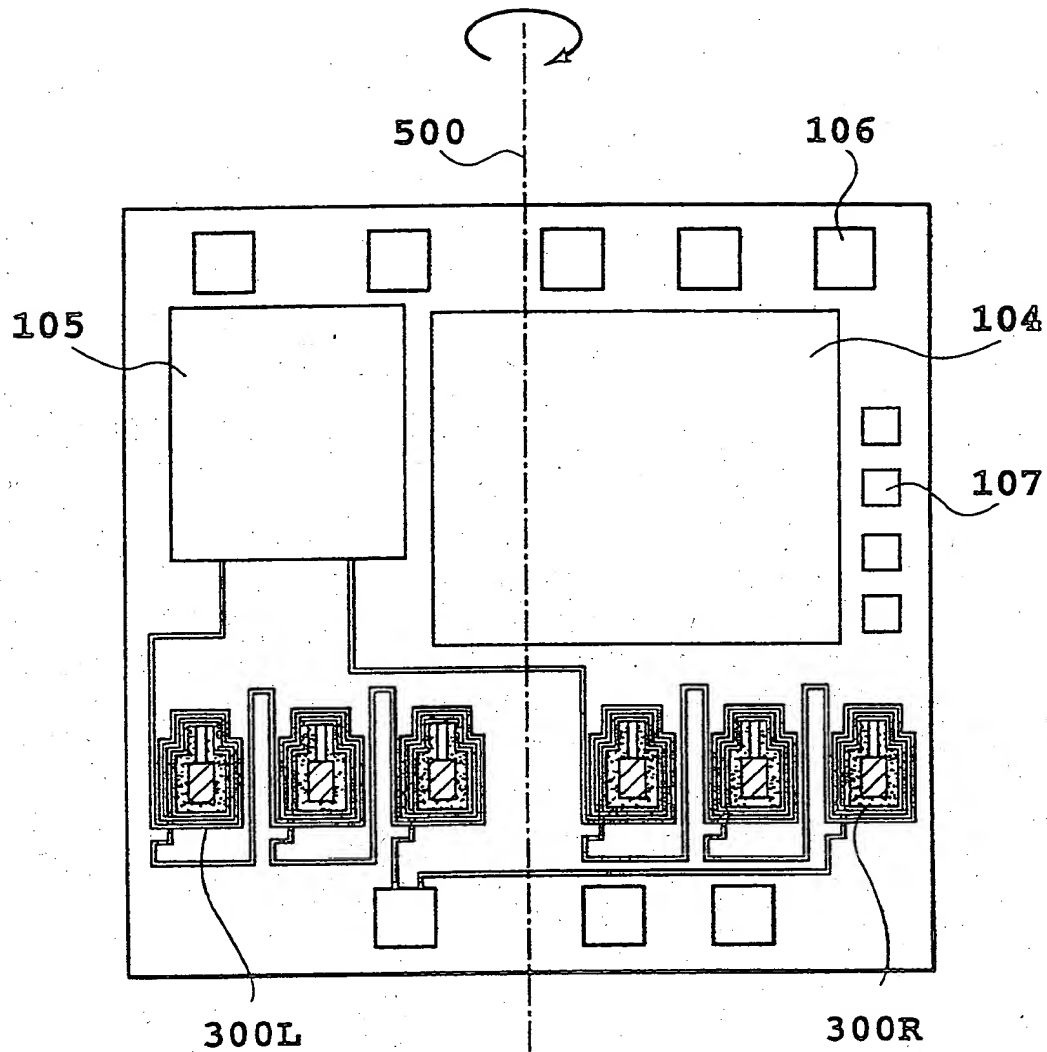
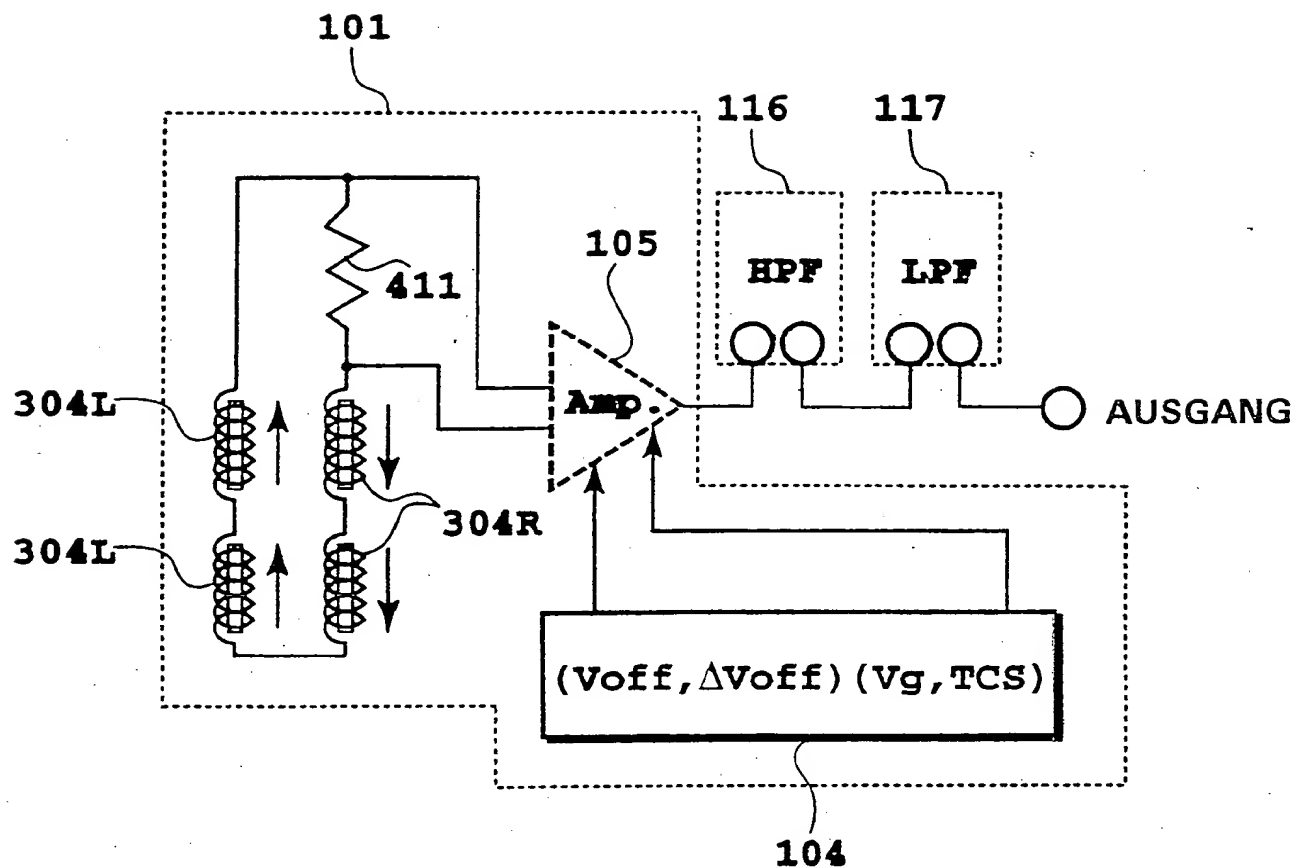
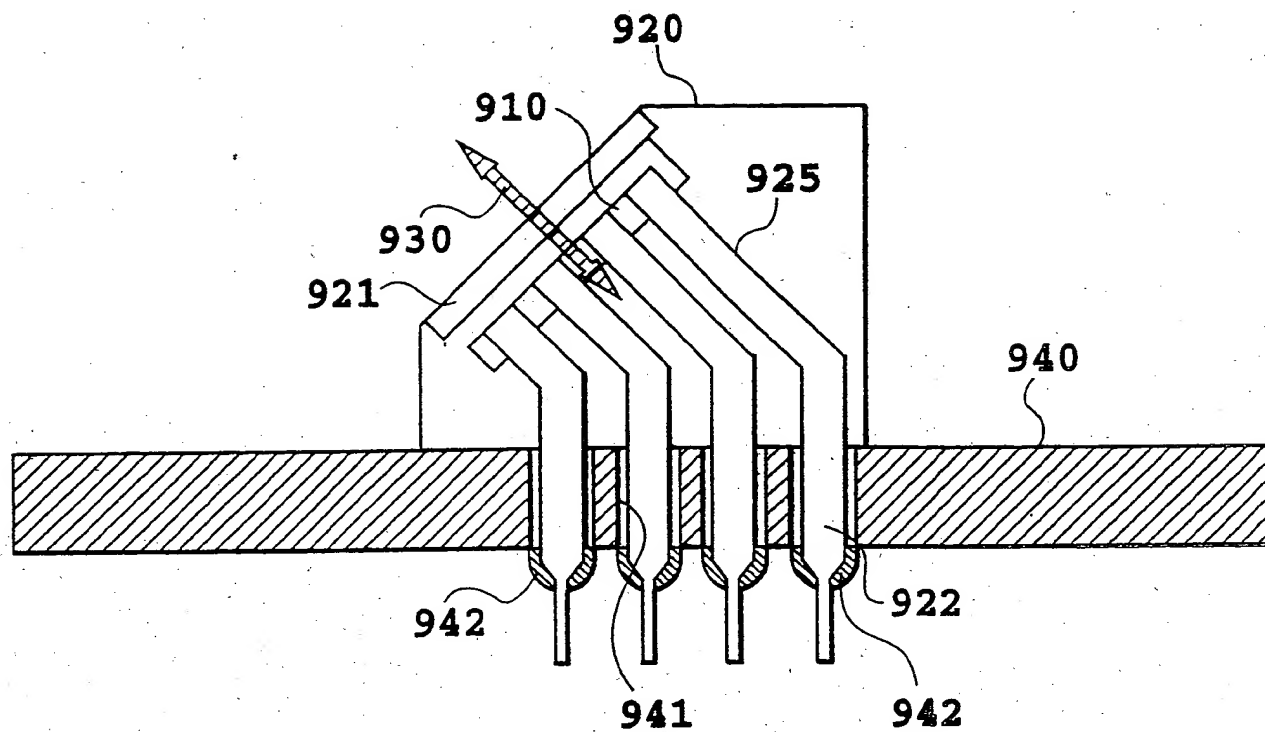


FIG. 18



**FIG.19**

**FIG.20**